

Univerzita Karlova
Pedagogická fakulta

DISERTAČNÍ PRÁCE

2017

Aneta Hybšová

Univerzita Karlova
Pedagogická fakulta

DISERTAČNÍ PRÁCE

Statistická gramotnost studentů učitelství přírodopisu/biologie v České
republice

Statistical Literacy of Students of Teaching Biology in the Czech Republic

Ing. et Ing. Aneta Hybšová

Vedoucí práce: doc. RNDr. Vasilis Teodoridis, Ph.D.

Studijní program: Specializace v pedagogice

Studijní obor: Vzdělávání v biologii

Prohlašuji, že jsem disertační práci na téma Statistická gramotnost studentů učitelství přírodopisu/biologie v České republice vypracovala pod vedením vedoucího práce samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Dále prohlašuji, že tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Praha, 30. 3. 2017

.....

podpis

Ráda bych poděkovala mému školiteli doc. RNDr. Vasilisi Teodoridisovi, Ph.D. za vedení této disertační práce a cenné rady v průběhu celého mého doktorského studia. Dále děkuji za konzultace a odbornou pomoc prof. RNDr. Miroslavu Papáčkovi, CSc., doc. RNDr. Nadě Vondrové, Ph.D. a RNDr. Lence Pavlasové, Ph.D.

ABSTRAKT

Přírodovědná gramotnost je v současné době diskutována zejména v souvislosti s výsledky výzkumu PISA. V nich se ukazuje, že čeští žáci mají v porovnání s žáky dalších států nižší procedurální znalosti a mají potíže s vyhodnocováním a navrhováním přírodovědného výzkumu. Aby mohli učitelé přírodopisu/biologie využít synergický efekt mezi přírodovědnou a statistickou gramotností, je nezbytné, aby byli sami statisticky gramotní. Předkládaná disertační práce se věnuje problematice statistické gramotnosti a jejímu významu pro studenty učitelství přírodopisu, resp. biologie. Cílem této práce je popsat současný stav statistické gramotnosti studentů učitelství přírodopisu/biologie. Vzhledem ke komplexnosti tohoto cíle byly navrženy a realizovány dílčí cíle/studie, které nejprve analyzují úroveň statistických znalostí studentů prvních ročníků na vysokých školách, metodou obsahové analýzy rámcových vzdělávacích programů pro základní školy a gymnázia. Z této analýzy vyplývá, jaké statistické znalosti studenti učitelství přírodopisu/biologie mají mít podle kurikulárních dokumentů. Úroveň osvojení těchto znalostí je ověřena pomocí testu, resp. dotazníku, který byl studentům učitelství přírodopisu/biologie ($n = 295$) předložen. Dále je pomocí obsahové analýzy sylabů zkoumáno, jaké předměty rozvíjející statistickou gramotnost mohou studenti učitelství přírodopisu/biologie v rámci svých studijních programů absolvovat. U těchto předmětů jsou analyzovány nejen vyučovaná statistická témata, ale i metody výuky a doporučená literatura. Celkový obraz stavu statistické gramotnosti studentů učitelství přírodopisu/biologie dokresluje analýza jejich diplomových prací, která popisuje statistické metody nejčastěji používané studenty učitelství přírodopisu/biologie. Výsledky této disertační práce ukazují, že reálné statistické znalosti studentů učitelství přírodopisu/biologie neodpovídají předpokládaným znalostem statistiky popsáných v rámcových vzdělávacích programech pro základní a střední školy. Také jejich rozvoj v rámci pregraduální přípravy se velmi liší. Tato skutečnost se pak odráží i ve zpracování kvantitativních výzkumů v diplomových pracích studentů učitelství přírodopisu/biologie, kde se studenti dopouští chyb při zpracování dat (např. chybné stanovení hypotéz nebo vyvození obecných závěrů na základě popisné statistiky). Shrnutím výsledků dílčích studií byla popsána úroveň statistické gramotnosti studentů učitelství přírodopisu/ biologie, což povede k rozvoji přírodovědné gramotnosti.

KLÍČOVÁ SLOVA

přírodovědná gramotnost, statistická gramotnost, statistika, studenti učitelství, rámcové vzdělávací programy, sylabus předmětu, výuka, přírodopis, biologie, Česká republika

ABSTRACT

Especially in connection with the results of the PISA research, the literacy in the natural science field has been lately becoming the topic of scientific discussion. It had become apparent that Czech students attain lower levels of procedural knowledge and face difficulties in evaluation and planning of natural scientific research, when compared to student of other countries. In order to be able to make use of the synergy effect between the natural science literacy and statistical literacy, it is crucial for the students themselves to be literate in statistics. The presented doctoral dissertation focuses on the importance and the matter of statistical literacy among natural science and biology students of pedagogy. The goal of this dissertation is to describe the current state of statistical literacy among students of pedagogy in natural science field. In view of the complexity of the given task; sectional goals have been proposed and executed.

Firstly, the expected attainment level among the first year students of universities and colleges is analyzed, with the use of contextual analysis of documents from the Framework educational programs for primary and secondary schools. This analysis shows, what statistical knowledge are pedagogy students of natural science and biology expected to have, based on the curriculum of previously completed education. The level of expected attainment is thereafter verified and checked through a test, or more precisely a questionnaire, which has been distributed among 295 pedagogy students of natural science and biology and a comparative sample of 209 students of other natural science fields.

Secondary focus is on the subjects which are offered to pedagogy students during their university studies and which develop students' statistical knowledge further. Contextual analysis of lesson plans is used. Additionally, the analysis is not limited only to the taught statistical topics, but also includes the teaching methodology and recommended literature.

The overall picture of the level of statistical literacy among the pedagogy students of natural science and biology is completed by analysis of their theses, which describes the most commonly used statistical methods of these students.

The results of this doctoral dissertation show that actual statistical knowledge of pedagogy students of natural science and biology does not correspond to the expected statistical knowledge as described in the Framework educational programs for primary and secondary

schools. Their development in the undergraduate phase differs a lot too. This fact is later reflected in preparation and execution of quantitative research in theses of pedagogy students of natural science and biology, where they make mistakes in data treatment (e.g. erroneous set up of hypotheses; drawing of generalized conclusions based on descriptive statistics etc.). Through the summary of the results from the sectional studies the level of statistical literacy among pedagogy students of natural science and biology has been described, which will due to the synergy effect of both literacies result in the development of natural science literacy.

KEYWORDS

science literacy, statistical literacy, statistics, students of teaching, framework educational programme, syllabus, teaching, science, Czech republic

Obsah

Úvod	12
1. Teoretická východiska.....	15
1.1 Přírodovědná gramotnost.....	16
1.2 Přírodovědná gramotnost a její měření.....	21
1.3 Pojem statistická gramotnost a jeho vývoj	23
1.4 Měření statistické gramotnosti.....	24
1.5 Synergický efekt statistické a přírodovědné gramotnosti s důrazem na učitelství přírodopisu/biologie	26
1.6 Typy statistické gramotnosti v učitelství přírodopisu/biologie.....	27
2. Cíle disertační práce, výzkumné otázky a hypotézy.....	32
3. Struktura výzkumu statistické gramotnosti studentů učitelství přírodopisu/biologie v ČR	34
3.1 Popis úrovně statistických znalostí, které mají žáci podle RVP nabýt na základních a středních školách.	36
3.1.1 Cíl	36
3.1.2 Metodika.....	36
3.1.3 Výsledky.....	38
3.1.4 Shrnutí výsledků.....	52
3.1.5 Diskuze	54
3.1.6 Závěr.....	56
3.2 Popis stavu znalostí statistických pojmů u studentů učitelství přírodopisu/biologie na vysoké škole.....	58
3.2.1 Cíl	58
3.2.2 Metodika.....	59
3.2.3 Výsledky.....	62

3.2.4	Shrnutí výsledků	79
3.2.5	Diskuze	83
3.2.6	Závěr	87
3.3	Popis nejčastějších chyb v diplomových pracích studentů učitelství přírodopisu/biologie obsahujících kvantitativní výzkum.	88
3.3.1	Cíl	91
3.3.2	Metodika	91
3.3.3	Výsledky	95
3.3.4	Shrnutí výsledků	109
3.3.5	Diskuze	111
3.3.6	Závěr	116
3.4	Popis obsahu současných statistických kurzů, které jsou nabízeny studentům učitelství přírodopisu/biologie v rámci pregraduální přípravy pedagogických a přírodovědeckých fakultách v ČR.	118
3.4.1	Cíl	118
3.4.2	Metodika	118
3.4.3	Výsledky	120
3.4.4	Shrnutí výsledků	127
3.4.5	Diskuze	130
3.4.6	Závěr	132
3.5	Popis konzultací statistických problémů studentů učitelství přírodopisu/biologie... ..	134
3.5.1	Cíl	134
3.5.2	Metodika	135
3.5.3	Výsledky	137
3.5.4	Shrnutí výsledků a diskuze	140

3.5.5 Závěr.....	143
4. Celkové shrnutí výsledků dílčích analýz	144
5. Diskuze	146
6. Závěr.....	151
Seznam použitých informačních zdrojů	152
Seznam příloh	159
Seznam obrázků.....	160
Seznam tabulek.....	161
Seznam grafů	163
Přílohy	164
Příloha 1 – Dotazník Kvaszové (2012).....	164
Příloha 2 – Dotazník Watson & Kelly (2003)	165
Příloha 3 – Dotazník k této dizertační práci	166
Příloha 4 – Metodický pokyn k návrhu sylabu předmětu Statistika pro vysokoškolské studenty učitelství přírodopisu/biologie	171
Příloha 5 – Návrh sylabu	177

Úvod

Současný svět je plný informací, které se na nás valí skrze nejrůznější média. Často jsme informováni o okolním dění prostřednictvím čísel a grafů, která vznikají bez našeho přičinění, ale pro naše rozhodování mohou mít zásadní roli, např. míra inflace, odhad volebních preferencí, průměrná mzda, riziko nákazy virem nebo statistiky zveřejňované v souvislosti s globálním oteplováním apod. Aby se v nich byl člověk schopen orientovat, vstřebávat poskytované informace, analyzovat je, vytvářet na jejich základě úsudky, musí být schopen analytického myšlení a také si musí osvojit určitý metodologický postup, který mu orientaci a analýzu v těchto datech usnadní (Saxl, 2005).

Připravovat žáky (tedy budoucí občany) na tento pomyslný „vliv čísel“ je jedním z mnoha úkolů českého školství. Škola by měla v tomto ohledu žáky vybavit kritickým myšlením, prostřednictvím kterého by mohli posuzovat nejen konkrétní hodnoty, ale i jejich původ, tedy kvalitu zdroje těchto čísel a také jejich relevantnost.

Je však otázkou, do jaké míry jsou sami učitelé připraveni učit žáky porozumění číslům a kritickému myšlení, neboť profese učitele prošla za poslední dekádu zásadní proměnou (Spilková & Vašutová, 2008). Od transmisivního přístupu se posouvá výuka k přístupu konstruktivistickému. Místo pouhého přenosu již hotových poznatků se rozvíjí zejména v přírodovědných předmětech badatelské metody výuky, kdy si žák klade otázky a za pomoci učitele na ně hledá odpovědi. Učitel, který žákům a studentům předával nové poznatky, se dnes stal spíše mentorem, který faciliteje vzdělávací proces, neboť informace jsou snadno dohledatelné v jiných zdrojích, například na internetu. Právě učitel pak musí pomoci žákům se zorientovat v nepřehledném množství informací a najít ty relevantní, vytvářet na základě těchto informací své úsudky, dohledávat si podrobnější informace a následně na základě nich se teprve může žák rozhodovat. Učitel má žákům dát základní vzorce a návody, jak s informacemi zacházet, jak je analyzovat a naučit je systematické analýze, která povede ke kvalitní podpoře rozhodovacího procesu.

Zejména u učitelů přírodopisu/biologie je tato úloha nesmírně důležitá, neboť je nezbytné žákům náležitě vysvětlit, jak vzniká věda a jaké metody věda používá, což je součástí

přírodovědné gramotnosti. Aby mohli učitelé předávat náležité znalosti a dovednosti svým žákům a rozvíjet u nich přírodovědnou gramotnost ve všech jejích aspektech, je nezbytné, aby byli sami budoucí učitelé v rámci pregraduální přípravy seznámeni s koncepty, na kterých je vědecké zkoumání založeno. Konkrétně se jedná o práci s daty a ověřování platnosti nejrůznějších hypotéz pomocí vědeckých metod, což do určité míry souvisí také s gramotností statistickou.

Ačkoliv je význam statistické gramotnosti pro učitele přírodopisu/biologie nesporný, není její úroveň u studentů učitelství přírodopisu/biologie současnými vědeckými studiemi nijak zkoumána.

Z výše uvedených skutečností vyplývá hlavní cíl výzkumného projektu dizertační práce, tj. popis stavu statistické gramotnosti studentů učitelství přírodopisu/biologie na přírodovědeckých a pedagogických fakultách českých univerzit. K naplnění tohoto hlavního cíle bylo využito pěti na sebe navazujících dílčích studií/cílů:

- 1) Popis úrovně statistických znalostí, které mají žáci nabýt na základních a středních školách.
- 2) Popis stavu znalostí statistických pojmů u studentů učitelství přírodopisu/biologie na vysoké škole.
- 3) Popis nejčastějších chyb v diplomových pracích studentů učitelství přírodopisu/biologie obsahujících kvantitativní výzkum.
- 4) Popis obsahu současných statistických kurzů, které jsou nabízeny studentům učitelství přírodopisu/biologie v rámci pregraduální přípravy pedagogických a přírodovědeckých fakultách v ČR.
- 5) Popis konzultací statistických problémů studentů učitelství přírodopisu/biologie.

Každá z těchto dílčích studií zahrnuje své dílčí cíle, metodiku, výsledky, shrnutí výsledků, diskuzi a závěr. Pro lepší orientaci v předložené disertační práci je každá výše uvedená dílčí studie samostatně zpracována v rámci kapitoly 3 „*Struktura výzkumu statistické gramotnosti studentů učitelství přírodopisu/biologie v ČR*“. Následně navazuje syntetická kapitola 4 „*Celkové shrnutí výsledků dílčích analýz*“. Tyto výsledky jsou diskutovány v kapitole 5 „*Diskuze*“. Celou práci doplňuje následně příloha 4, která nabízí metodický pokyn pro

tvorbu sylabů statistického předmětu, který svým obsahem a zaměřením plně reflektuje potřeby studentů učitelství přírodopisu/biologie.

Projekt disertační práce byl podpořen Grantovou agenturou Univerzity Karlovy (projekt GA UK č. 341115). Většina výsledků a výstupů tohoto projektu byla již publikována v odborných periodících, na což je v disertační práci vždy odkazováno ve formě příslušné citace v poznámce pod čarou.

1. Teoretická východiska

Moderní učitel přírodopisu/biologie musí disponovat schopností studia nejnovějších trendů v pedagogice, didaktice biologie i v biologii samotné. Často se tak může setkat se statistickou terminologií, která bývá využita v odborných studiích k popisu výsledků výzkumů. Se statistikou se však setkává i v pedagogické praxi, a to zejména při výuce. Žákům pomocí školních experimentů přibližuje vědecké metody a postupy. Dostál (2013) míní, že didaktická hodnota těchto experimentů je tím vyšší, čím blíže je zvolená metodika studia jevu vědecko-výzkumným metodám. Aby byl učitel přírodopisu/biologie schopný co nejvěrněji vysvětlit a ukázat žákům tyto vědecko-výzkumné metody, které zahrnují i statistické myšlení, musí s nimi sám být seznámen.

Z výše uvedeného vyplývá, že statistická gramotnost je integrální součástí tzv. *poznatkové báze učitelství*¹ a u budoucích učitelů přírodopisu/biologie je nezbytné ji rozvíjet v rámci pregraduální přípravy. Tato potřeba vyplývá i z výsledků studie PISA². Toto šetření je považováno za největší a nejdůležitější mezinárodní šetření v oblasti měření výsledků vzdělávání, jež v současné době ve světě probíhá, zjišťuje úroveň čtenářské, přírodovědné a matematické gramotnosti patnáctiletých žáků (Blažek & Příhodová, 2016). Je realizováno každé tři roky. Pokaždé je kladen důraz na jednu z uvedených gramotností. V České republice šetření realizuje Česká školní inspekce.

Výsledky tohoto šetření z roku 2009 ukázaly, že v rámci přírodovědné gramotnosti čeští žáci byli nejméně úspěšní v otázkách zaměřených na používání vědeckých důkazů (Mandíková & Houfková, 2012). V této studii se dále uvádí, že „*Odpovědi na tyto otázky vyžadují, aby žák chápal, že vědecká zjištění jsou druhem důkazů, z nichž lze odvodit určité závěry, získávat vědecké informace; aby uměl argumentovat a vyvozovat závěry na základě vědeckých důkazů, vybrat vhodný závěr z několika možností a určit předpoklady, o něž se daný závěr opírá.*“ (Mandíková & Houfková, 2012, str. 10). Právě rozvoj statistické gramotnosti u učitelů přírodopisu/biologie povede k rozvoji přírodovědné gramotnosti, neboť pouze statisticky gramotný učitel může připravovat žáky na práci s čísly, grafy a výzkumnými metodami. K tomu, abychom byli schopní připravit studenty učitelství

¹ O poznatkové bázi učitelství píše podrobněji Shulman (1987).

² Programme for International Student Assessment - podrobněji viz <http://www.oecd.org/pisa/>

přírodopisu/biologie k výuce přírodopisu/biologie pomocí vědeckých důkazů (včetně důkazů číselných), je nezbytné analyzovat, jaká je úroveň statistické gramotnosti studentů učitelství přírodopisu/biologie a jakým způsobem je rozvíjena statistická gramotnost v rámci jejich pregraduální přípravy.

Aby mohla být analyzována úroveň statistické gramotnosti studentů učitelství přírodopisu/biologie, je nejprve nutné popsat pojem přírodovědná gramotnost a definovat pojem „statistická gramotnost“. V následující podkapitole bude popsána přírodovědná gramotnost. Dále bude definována statistická gramotnost pomocí zahraničních definic a následně bude stručně shrnuto, jak je chápána v českém prostředí a použita v této práci.

1.1 Přírodovědná gramotnost

Ačkoliv se pojem přírodovědná gramotnost neobjevuje v rámcových vzdělávacích programech (Maršák, 2011), je v České republice často odbornou veřejností diskutován, a to zejména v souvislosti s výsledky mezinárodní studie PISA (Straková, 2016). PISA (2015) popisuje čtyři klíčové dimenze přírodovědného poznávání (přírodních věd):

a) pojmový systém, který slouží k popisu či vysvětlování přírodních faktů, tedy vlastností přírodních objektů či procesů probíhajících v těchto objektech nebo mezi nimi;

b) metody a postupy, prostřednictvím kterých se:

- vyhledávají a řeší přírodovědné problémy,
- získávají a testují přírodovědné poznatky (data, hypotézy, teorie, modely apod.);

c) metodologie a etika, které studují například:

- vlastnosti přírodovědných pojmů a tvrzení (logické, matematické, jejich vztah k realitě),
- indikátory objektivity a pravdivosti přírodovědných hypotéz, teorií či modelů,
- způsoby dokazování v přírodních vědách,
- způsoby omezování podvodného jednání v přírodovědném bádání,

- kritéria pro odlišení vědy od pseudovědy;

d) interakce s ostatními segmenty lidského poznání či společnosti, kdy se zkoumají například:

- vzájemné vztahy mezi přírodními vědami, matematikou a technologiemi,
- možnosti využití přírodních věd pro rozhodování řídicí sféry při řešení různých sociálních (ekonomických, politických, kulturních či vojenských) problémů,
- možnosti využití přírodních věd pro personální rozhodování jednotlivce při řešení problémů v jeho každodenním životě,
- různá morální dilemata, týkající se aplikace přírodovědných poznatků v praxi (v lékařství, biotechnologiích, ve vzdělávání, ochraně životního prostředí apod.) (PISA, 2015).

PISA (2015) pak vymezuje přírodovědnou gramotnost pomocí výše uvedených dimenzí jako:

Aktivní osvojení si a používání základních prvků pojmového systému přírodních věd, tedy:

- základních pojmů,
- základních zákonů, principů, hypotéz, teorií a modelů.

Aktivní osvojení si a používání metod a postupů přírodních věd:

Empirické metody a postupy:

- systematické a objektivní pozorování,
- měření,
- experimentování.

Racionální metody a postupy:

- formulace závěrů (např. hypotéz, vztahů) na základě analýzy, zpracování či vyhodnocení získaných dat (indukce),
- vyvozování závěrů (např. předpovědí) z přírodovědných hypotéz, teorií či modelů (dedukce),
- strategie identifikace problému či problémové situace a možnosti jejich řešení v přírodovědném zkoumání.

Aktivní osvojení si a používání způsobů hodnocení přírodovědného poznání:

- způsoby ověřování objektivity, spolehlivosti a pravdivosti přírodovědných tvrzení (dat, hypotéz apod.),
- způsoby zjišťování chyb či zkreslování dat v přírodovědném zkoumání,
- způsoby kritického zhodnocení pseudovědeckých informací.

Aktivní osvojení si a používání způsobů interakce přírodovědného poznání s ostatními segmenty lidského poznání či společnosti:

- používání matematických prostředků v přírodovědném poznávání; používání dostupných prostředků moderních technologií v přírodovědném poznávání,
- využívání nabytých přírodovědných vědomostí a dovedností pro personální rozhodování při řešení nebo hodnocení různých praktických problémů či rozhodování případné profesní orientaci,
- využívání nabytých přírodovědných vědomostí a dovedností k vyhodnocování objektivity a pravdivosti různých informací v médiích,
- zaujímání racionálních postojů k různým aplikacím přírodovědných poznatků v praxi a důsledkům těchto aplikací pro člověka a jeho životní (přírodní a sociální) prostředí (PISA, 2015).

Straková (2016, s. 45) ve své práci shrnula definici přírodovědné gramotnosti pro účely PISA (2015) jako schopnost zabývat se vědeckými problémy a vědeckými myšlenkami jako

přemýšlivý občan. Přírodovědně gramotný člověk je ochoten diskutovat o vědě a technice, což vyžaduje následující dovednosti:

1. vědecky vysvětlovat jevy: rozpoznat, nabízet a hodnotit vysvětlení pro řadu přírodních a technických jevů,
2. hodnotit a navrhovat vědecké zkoumání: popsat a ocenit vědecký výzkum a navrhovat způsoby, jak vědeckým způsobem odpovídat na otázky,
3. vědecky interpretovat data a vědecké důkazy: analyzovat a hodnotit různě reprezentovaná data, tvrzení a argumenty a vyvozovat správné vědecké závěry (Straková, 2016).

Dle Strakové (2016, s. 45) jsou složky přírodovědné gramotnosti řazeny *Přírodovědné dovednosti*, *Kontext*, *Znalosti* a *Postoje* (viz tabulka 1).

Tabulka 1 Složky přírodovědné gramotnosti

Přírodovědné dovednosti	Vědecky vysvětlovat jevy	Například aplikace vědeckých poznatků a vysvětlování jejich dopadů pro společnost, používání a vytváření modelů, tvorba hypotéz a předpovědí.
	Hodnotit a navrhovat vědecké zkoumání	Například rozpoznat výzkumnou otázku v předložené studii, rozpoznat, co lze a co nelze vědecky zkoumat, navrhovat vědecké zkoumání a reflektovat jeho průběh, rozumět tomu, jak je ve vědeckém výzkumu zajišťována reliabilita, validita a zobecnitelnost.
	Vědecky interpretovat data a vědecké důkazy	Například analyzovat a interpretovat data a vyvozovat z nich správné závěry, ve vědeckých textech rozpoznat

		předpoklady, důkazy a zdůvodnění, rozpoznat vědecky podložené argumenty a hodnotit vědecké argumenty a důkazy z různých zdrojů.
Znalosti	Obsahové	Fyzikální systémy Živé systémy Systémy Země a vesmíru
	Procedurální	Znalost konceptů, na kterých je založeno vědecké zkoumání, např. závislá a nezávislá proměnná, typy měření, chyby měření a jejich minimalizace, opakovatelnost, výzkumný design, práce s daty a prezentace dat.
	Epistemické	Znalost náležitostí budování poznatků, např. porozumění konceptu hypotéz, teorií a pozorování a tomu, jak přispívají k našim znalostem.
Kontext	Situace	Osobní lokální/národní globální
	Oblasti aplikace	Zdraví a nemoc, přírodní zdroje, kvalita životního prostředí, rizika, hranice vědy a techniky
Postoje	Zájem o přírodní vědy Oceňování vědeckého přístupu ke zkoumání Úcta k životnímu prostředí	

Zdroj: Straková, 2016

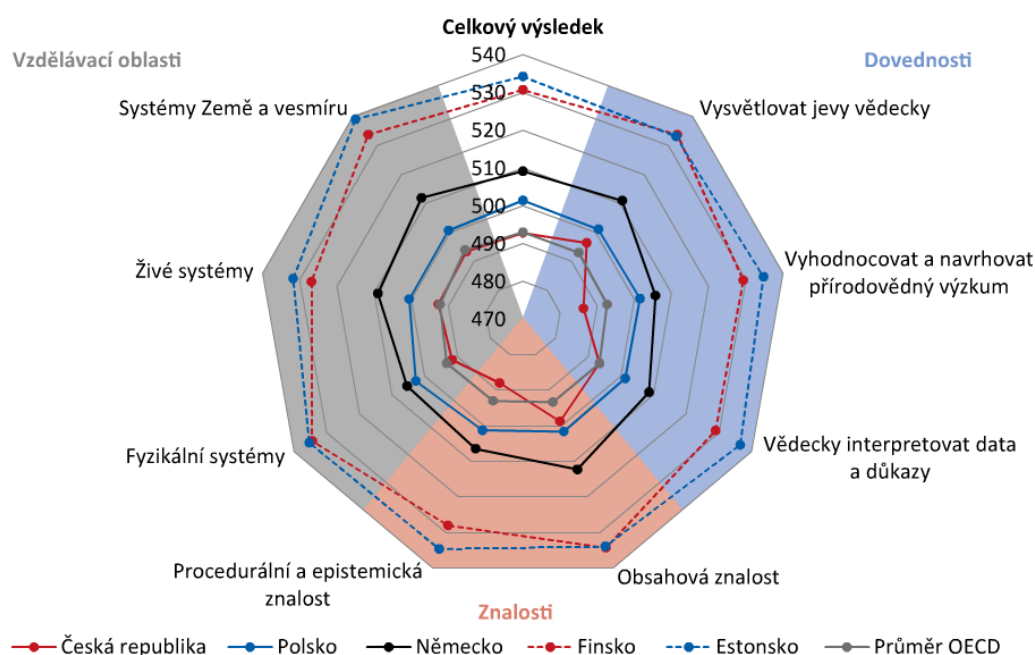
1.2 Přírodovědná gramotnost a její měření

Měřením přírodovědné gramotnosti se zabývají šetření PISA a TIMSS³. TIMSS zjišťuje úroveň znalostí a dovedností žáků 4. a 8. ročníků základních škol. Česká republika se do tohoto mezinárodního šetření zapojuje od roku 1995. Šetření realizuje Česká školní inspekce každé čtyři roky. Mimo úroveň znalostí žáků je zjišťován i vliv domácího prostředí a postoje rodičů (Tomášek, Basl & Janoušková., 2016).

Do studie PISA se v roce 2015 zapojilo 72 zemí OECD⁴. V České republice bylo zapojeno 345 škol a testováno bylo přes 6500 žáků (PISA, 2015). V tomto roce byla studie zaměřena přímo na přírodovědnou gramotnost. Z výsledků studie PISA (2015) vyplývá, že se výsledky českých žáků neliší od průměru zemí OECD. Stejně výsledky jako Česká republika má v oblasti přírodovědné gramotnosti i Rakousko, Francie, Švédsko a Španělsko. Z evropských zemí měli nejlepší výsledky žáci z Estonska a Finska. (Blažek & Příhodová, 2016).

³ Trends in International Mathematics and Science Study - podrobněji viz <http://www.iea.nl/>

⁴ OECD je zkratka pro Organizaci pro hospodářskou spolupráci a rozvoj. Podrobněji viz www.oecd.org



Graf 1 Průměr výsledků vybraných zemí dílčích škálách přírodovědné gramotnosti v mezinárodním šetření PISA (2015) (v bodech)

Zdroj: Blažek & Příhodová, 2016, s. 23

Z dílčích výsledků studie PISA (2015) (viz Graf 1) vyplývá, že ve vzdělávací oblasti Živé systémy jsou čeští žáci srovnatelní s průměrem zemí OECD. V složce znalostí mají čeští žáci nadprůměrné obsahové znalosti a podprůměrné procedurální a epistemické znalosti. Ve složce dovedností jsou čeští žáci nadprůměrní ve vysvětlování jevů vědeckým způsobem. Ve vyhodnocování a navrhování přírodovědného výzkumu jsou podprůměrem zemí OECD a ve vědecké interpretaci dat jsou čeští žáci srovnatelní s průměrem zemí OECD (Blažek & Příhodová, 2016).

Z výše popsaných skutečností je patrné, že patnáctiletí žáci, tedy žáci nastupující na střední školu, mají slabší schopnosti hodnotit a navrhovat vědecké zkoumání a vědecky interpretovat data a vědecké důkazy.

1.3 Pojem statistická gramotnost a jeho vývoj⁵

Pojem statistická gramotnost (statistical literacy) je v zahraničí již delší dobu velmi diskutovaným pojmem, resp. tématem (např. Watson & Kelly, 2003; Schield, 1999).

Wallman, prezidentka Americké statistické společnosti, definovala statistickou gramotnost jako schopnost porozumět a kriticky zhodnotit statistické výsledky, které prostupují naše denní životy ve spojení se schopností docenit přínos, kterým může statistické myšlení přispět k rozhodnutím ve veřejných a soukromých, profesionálních a osobních otázkách (Wallman, 1993). Tato definice obsahuje jak pojem gramotnost (schopnost porozumět, kriticky zhodnotit a dále umět použít v praxi), tak i podstatu statistiky (interpretace statistických závěrů, rozhodování na základě těchto znalostí).

Na definici Wallman (1993) navazuje Watson (1994) a popisuje statistickou gramotnost jako schopnost porozumět textu, významu a důsledkům statistických informací v rámci tématu, kterého se statistická informace týká. Schield (1999) později definoval statistickou gramotnost jako kritické myšlení o statistikách pomocí argumentů. Ve stejném roce definují statistickou gramotnost Garfield a Snell. Garfield (1999) uvádí, že statistická gramotnost je pochopení statistického jazyka: slov, symbolů a pojmů, a být gramotný znamená schopnost interpretovat grafy a tabulky a být schopen číst a pochopit smysl statistik v médiích, anketách atd. Snell (1999) charakterizuje statistickou gramotnost jako schopnost porozumět statistickým konceptům a odůvodněním na nejzákladnější úrovni. Později Gal (2000a) navazuje na definici Garfield (1999) a vymezuje statistickou gramotnost jako schopnost interpretovat a kriticky hodnotit informace a statistické údaje objevující se v různých médiích a schopnost diskutovat své názory týkající se takové statistické informace. Zajímavou definici nabízí také Rumsey (2002), který ve své práci píše, že chceme-li, aby naši studenti byli statisticky vzdělanými občany, musí pochopit statistiku natolik dobře, aby mohli konzumovat informace, kterými jsou denně zaplavováni, kriticky o tom uvažovat a dělat správná rozhodnutí na základě těchto informací.

Z uvedených definic statistické gramotnosti vyplývá, že obsah tohoto pojmu není zcela jednotný. Například Watson & Kelly (2003) uvádějí, že problémem definice statistické

⁵ Podkapitola vychází z článků Hybšové (2013 a 2014).

gramotnosti je především to, že statistici kladou větší důraz na pojem „statistická“, přičemž k nalezení optimální definice je třeba dbát na vyváženost obou pojmů, jak statistiky, tak gramotnosti.

V českém prostředí však pojem statistická gramotnost není příliš používaný a ustálený, ačkoliv zahraniční, výše uvedené definice, mají samozřejmě platnost i pro české prostředí. Pro potřeby této práce bude statistická gramotnost definována jako schopnost vytvořit, porozumět a kriticky zhodnotit statistické výsledky. Tato definice má dvě úrovně. První úroveň, schopnost porozumět a kriticky zhodnotit statistické výsledky, popisují prakticky všechny výše zmíněné zahraniční definice (Wallman, 1994; Schield, 1999; Garfield, 1999; Gal, 2000a; Rumsey, 2002; Watson & Kelly, 2003). Druhá úroveň, vytvoření statistických výsledků, je neméně důležitá. Statisticky gramotný člověk umí z primárních dat vytvořit souhrnnou informaci – statistiku, která popisuje soubor dat – a je schopen interpretace a kritického zhodnocení této informace. Z tohoto pohledu je statistická gramotnost součástí informační gramotnosti (podrobněji o informační gramotnosti pojednává Landová (2002).

Schopnost kriticky hodnotit informace je v dnešní informační době zásadní. A to zejména pro žáky a studenty, kteří mohou na webových stránkách najít nepřehledné množství informací, ze kterých musí vybrat ty validní a vycházet z nich při tvorbě vlastních úsudků. Část těchto informací je samozřejmě i v podobě čísel, která mají charakter statistik. Tyto statistiky jsou pak uváděny napříč různými obory. Najdeme nejen statistiky týkající se ekonomiky státu, ale i statistiky týkající se životního prostředí, zdraví i vzdělávání. Je patrné, že učitel, který vzdělává žáky, by se měl orientovat v těchto statistikách.

1.4 Měření statistické gramotnosti⁶

Stejně jako u jiných „gramotností“ se projevuje i u té statistické snaha o její měření. V této kapitole budou uvedeny některé studie, které se zabývaly měřením statistické gramotnosti a které jsou částečně využity také v této práci. Například Watson & Kelly (2003) vytvořili test statistické gramotnosti, který byl založen na otevřených otázkách. Vycházeli přitom

⁶ Kapitola vychází z článků Hybšová (2014, 2015a, 2015b)

z definice statistické gramotnosti publikované Wallman (1993). Autoři se zaměřili na analýzu vzájemného vztahu mezi statistikou a gramotností, přičemž statistika jako taková vyžaduje porozumění statistickým pojmům, zatímco gramotnost vyžaduje schopnost popsat toto „porozumění“ slovy, ne pomocí matematických vzorců. Tázali se 738 žáků australských základních škol na následující otázky (Watson & Kelly, 2003, str. 3):

- 1) Co znamená vzorek?
- 2) Uveď příklad vzorku.
- 3) Co znamená náhodný?
- 4) Uveď příklad něčeho, co se děje náhodným způsobem.
- 5) Co znamená variabilita?
- 6) Použij slovo variabilita ve větě.
- 7) Uveď příklad něčeho, co se mění.

Každá otázka byla zaměřená na význam pojmů a dále na příklad použití jednotlivých pojmů. Po dvou letech otestovali stejné žáky, přičemž je rozdělili do skupin podle toho, zda absolvovali kurz statistiky nebo nikoliv. Ze studie vyplývá, že žákům dělá potíž verbálně vysvětlit jednotlivé pojmy, ačkoliv tuší, co pojem znamená (Watson & Kelly, 2003).

K obdobnému výsledku dospěla i Kvaszová (2012), která uspořádala obdobný výzkum u 107 studentů prvního ročníku soukromé vysoké školy s ekonomickým zaměřením. Popisuje, že: „...*tito studenti prošli kurzem statistiky na základní škole a v jisté, ovšem hodně odlišné podobě, absolvovali také kurz kombinatoriky, pravděpodobnosti a statistiky na škole střední.*“ (Kvaszová, 2012) Ve své studii dochází k závěru, že 20-50 % (podle typu otázky) studentů se s těmito pojmy nikdy důkladně neseznámilo a nevytvořilo si vlastní představu. Tyto pojmy pak používají čistě formálně, bez konkrétního obsahu. Autorka konstatuje fakt, že u dotazovaných studentů se objevuje neschopnost vysvětlit statistické pojmy vlastními slovy, dochází ke směšování pojmů z běžného života s méně známými statistickými pojmy (např. vzorek jako produkt pro prodej). Kvaszová (2012) porovnává svůj výzkum s australským výzkumem (Watson & Kelly, 2003) a uvádí zjištění, že ani bohatší životní zkušenosti, které mají studenti vysoké školy v porovnání s australskými žáky základních škol, neumožňují nabýt „statistickou gramotnost“. Dále píše, že je třeba statistickou

gramotnost nabýt v průběhu studia. Pokud je tomu skutečně tak, ukazuje to nezastupitelnou úlohu školy při rozvoji statistické gramotnosti. Měřením statistické gramotnosti se zabývali i další autoři, například Watson et al. (2003), Callingham & Watson (2004) nebo Schield (2002). Jejich studie poukazují na skutečnost, že měření statistické gramotnosti je zejména v zahraničí řešenou problematikou. V České republice se měřením statistické gramotnosti zabývala pouze Kvaszová (2012), která navázala na výzkum Watson & Kelly (2003). V tomto výzkumu odhaluje chápání pojmů vzorek, náhoda a variabilita. Komplexnější výzkum zjišťující úroveň statistické gramotnosti v České republice doposud nebyl proveden. V rámci dílčí studie „*Popis stavu znalostí statistických pojmů u studentů učitelství přírodopisu/biologie na vysoké škole*“ této disertační práce (viz kapitola 3.2) byl navržen dotazník, který vychází z poznatků výzkumů Kvaszové (2012, viz příloha 1) a Watson & Kelly (2003, viz příloha 2).

1.5 Synergický efekt statistické a přírodovědné gramotnosti s důrazem na učitelství přírodopisu/biologie

Statistika je nástrojem exaktních věd, a tudíž i nástrojem přírodních věd. K rozvoji přírodovědné gramotnosti je tedy možné využít synergický efekt s gramotností statistickou, neboť statistická gramotnost napomáhá vysvětlení podstaty přírodovědných výzkumů. Tento synergický efekt mezi přírodovědnou a statistickou gramotností je patrný zejména v oblastech, ve kterých čeští žáci zaostávají podle výzkumu PISA (2015) za průměrem OECD (viz Graf 1).

Například procedurální znalosti, které zahrnují znalosti konceptů, na kterých je založené vědecké bádání, je možné rozvíjet při rozvoji statistické gramotnosti. Žák má být v rámci těchto procedurálních znalostí seznámen s tím, jak vzniká vědecký výzkum – má být seznámen s tím, co je závislá a nezávislá proměnná, jaké existují typy a chyby měření, co je to opakovatelnost, výzkumný design a jak se pracuje s vědeckými daty (Straková, 2016).

K rozvoji dovednosti *hodnotit a navrhovat vědecké zkoumání* a dovednosti *interpretovat data a vědecké důkazy* je nezbytné žáky naučit rozpoznat výzkumnou otázku, rozpoznat co lze a co nelze vědecky zkoumat, rozumět tomu, jak je ve vědeckém výzkumu zjišťována

reliabilita, validita a zobecnitelnost. Dále musí umět analyzovat a interpretovat data a vyvozovat z nich správné závěry. Ve vědeckých textech je nutné rozpoznat předpoklady, důkazy a zdůvodnění, diagnostikovat vědecky podložené argumenty a hodnotit vědecké argumenty a důkazy z jiných zdrojů (Straková, 2016).

K tomu, aby učitel přírodopisu/biologie mohl rozvíjet výše uvedené znalosti a dovednosti u žáků, musí sám těmito znalostmi a dovednostmi sám disponovat.

1.6 Typy statistické gramotnosti v učitelství přírodopisu/biologie⁷

Učitel přírodopisu/biologie však nepotřebuje tyto znalosti a dovednosti pouze ve své pedagogické praxi. Hybšová (2015a) rozdělila statistickou gramotnost do tří oblastí – občanská, didaktická a vědecká – podle toho, v jakých sférách využije učitel přírodopisu/biologie svou statistickou gramotnost.

Běžná občanská znalost

Tato úroveň statistické gramotnosti by měla sloužit občanům k orientaci v dnešní informační společnosti, kde je velmi časté využívání čísel a grafů jako součásti argumentačního aparátu. Proto je nezbytné vzdělávat žáky a studenty, ale i budoucí učitele jako občany, kteří se v tomto světě plném čísel orientují a jsou na základě nich schopni tvořit argumenty a kriticky o vzniku těchto čísel smýšlet. I Rumsey (2002) uvádí, že se mnoho učitelů shoduje, že základy výuky statistiky by měly mít jako hlavní cíl zvýšení povědomí studentů o datech, se kterými se setkávají v každodenním životě.

Informace o politice, ekonomice a sociálních záležitostech jsou prezentovány v médiích pomocí čísel, například průměrná mzda, odhad míry inflace, atd. Porozumění těmto údajům by se měl žák a student naučit v průběhu základní a střední školy, neboť se jedná zejména o jednoduché popisné statistiky jako je průměr, modus a medián, popřípadě míry variability.

⁷ Podkapitola vychází z článků Hybšové (2015a, 2015b).

Didaktická znalost

Didaktická znalost obsahu je součástí profesní výbavy učitele s pomocí, níž je žákům schopen přiblížit obsah skrze nejrůznější formy reprezentace učiva (příklady, ilustrace, demonstrace, analogie, metafora aj.) (Shulman, 1987). Dále sem patří znalosti a porozumění faktorům, které usnadňují či ztěžují učení se určitým obsahům a tématům (Janík, 2007).

Mezi tyto nástroje patří i grafy a čísla a jejich interpretace. Tyto grafy a čísla mohou vycházet z učebnic, internetových nebo jiných zdrojů, ale může je učitel spolu s žáky vytvářet sám. Při vysvětlování nejrůznějších přírodních zákonů učitel vede žáky pomocí pokusů k ověřování nebo vyvracení hypotéz. Zpravidla v průběhu tohoto ověřování učitel získává data, která by měla být analyzována a interpretována. Tento proces by měl být žákům a studentům ukazován zejména proto, aby si uvědomili možnosti využití matematiky na praktických příkladech a také proto, aby věděli, že věda má nějaký reálný základ a nevzniká na základě dogmatu. Spojení výzkumných metod a praxe učitelů popisuje Ben-Zvi & Garfield (2004). V neposlední řadě jde i o to, že vlastní sběr dat a ověřování si pomocí nich platnost přírodního zákona, splňuje zásadu názornosti, tak jak ji popisuje Altmann (1975).

Zásadu názornosti spolu se zásadami vědeckosti, uvědomělosti a aktivity v současné době podporuje i trend zavádění badatelsky orientovaného vyučování do vzdělávacího procesu (Papáček, 2010a). To vyžaduje, aby učitel byl statisticky gramotný. Pokud použijeme definici Gala (2000a), měl by učitel umět žákům vysvětlit, jakou statistickou metodu je třeba v daném případě použít, jaký je nutný vzorek k ověření určité hypotézy, jak budou měření provedena, jak vytvořit vhodné typy grafů a interpretovat závěry dané metody.

Badatelsky orientovaná výuka vyžaduje, aby si učitelé v rámci své přípravy na vyučování osvojili základy vědeckého postupu, naplňovali cíl mezioborového vzdělávání, implementovali znalosti z matematiky a statistiky do své oblasti, neboť právě statistika vede k objektivizaci poznání. Biehler (2005, str. 3) ve své práci píše: „*Jak učitelé mohou organizovat projektovou výuku, když nikdy sami nevypracovávali projekt i se statistickou analýzou.*“ Zřejmě neměl na mysli složitou analýzu dat, ale spíše pouze jejich zpracování a základní popis. Určitou parafrází Biehlerova výroku je i názor Papáčka (2010b, s. 154): „*Je pak otázkou, nakolik učitel, který si sám, na základě vlastní zkušenosti neověřil schopnost*

řešit problém takovým postupem, dokáže jeho analogii aplikovat v rámci badatelsky orientované výuky. “

Vědecká znalost

Další úrovní statistické gramotnosti je vědecká znalost. Studenti učitelství přírodopisu/biologie by během své profesní přípravy měli být vedeni k tomu, aby si kladli otázky, shromažďovali data (důkazy), pomocí statistických nástrojů je ověřovali, na základě výsledků je interpretovali a v neposlední řadě vytvořili adekvátní závěry. Tato vědecká znalost by se dala zařadit do výzkumných kompetencí učitele (ve smyslu Seberová, 2006). Podle Rumsey (2002) je význam vzdělávání studentů jako budoucích vědců podceňován stejně tak jako podpora v používání vědeckých metod. Tyto metody budou studenti učitelství přírodopisu/biologie potřebovat nejen ve svém dalším studiu, ale i v učitelské kariéře, a to například v následujících oblastech:

a) Studium aktuálních trendů

Moderní učitel přírodopisu/biologie by měl být schopný porozumět nejnovějším trendům v oboru didaktiky biologie i biologie samotné, a to skrze vědecké články a odborné publikace. V nich se ale běžně používá základní statistická terminologie k potvrzení platnosti vyvozených závěrů. Aby studenti učitelství přírodopisu/biologie a následně i učitelé přírodopisu/biologie těmto článkům správně rozuměli a aby o nich mohli kriticky smýšlet, měli by se orientovat v základních statistických pojmech a metodách, popřípadě by měli být schopní tyto pojmy a metody samostatně aplikovat. Pokud bychom studenty učitelství přírodopisu/biologie vzdělávali jako budoucí vědce a podporovali je v používání výzkumných metod, jak popisuje Rumsey (2002), bylo by pro ně podstatně snadnější tyto pojmy a metody chápat a výrazně jednodušší si další vzdělání ve statistice samostatně doplňovat v rámci postgraduálního vzdělávání. Na otázku, do jaké míry by měli být studenti učitelství přírodopisu/biologie v rámci této výzkumné znalosti seznámeni se statistikou, odpovídá Gal (2000a), který ve svém článku uvádí, že student statisticky gramotný by měl být schopen po prostudování studie (odborného článku) diskutovat na následující témata:

- statistické metody použité v dané studii,
- vzorek, který byl vybrán a analyzován,
- měření, která byla provedena,
- statistiky, které byly generovány z dat,
- grafy (vizuální zobrazení), které byly generovány z dat,
- jakékoliv pravděpodobnostní prohlášení, které bylo provedeno na základě dat,
- tvrzení, která byla provedena na základě dat,
- množství informací, které byly studentovi poskytnuty,
- omezení statistických metod.

b) Psaní závěrečných prací

Studenti učitelství přírodopisu/biologie by měli být schopní se ptát a pomocí sběru a analýzy dat hledat odpovědi na položené otázky. Tento postup využívají studenti učitelství přírodopisu/biologie také při psaní závěrečných prací, kde je často vyžadován vlastní výzkum. I proto by výzkumné znalosti a dovednosti měly být vyučovány na vysoké škole v rámci pregraduální přípravy, neboť kvalita závěrečných prací nevypovídá pouze o studentech, ale i o kvalitě celé vysoké školy. (Hybšová, 2015b). Studenti mohou v průběhu vysoké školy čerpat tyto znalosti v rámci nejrozličnějších kurzů nebo v literatuře zaměřené na výzkumné metody. I přesto, že existuje velké množství literatury seznamující studenty s metodologií vědecké práce, Papáček (2010b) uvádí, že lze na základě zběžné analýzy závěrečných prací zjistit, že některé jsou zcela nedotčeny metodologií a vědeckým přístupem.

c) Hodnocení výuky

Pokud učitel ovládá základní statistické pojmy a metody, může tyto dovednosti využít při hodnocení výuky a objektivně analyzovat práci studentů na základě statistiky (například průměr, modus, medián). Zvládne také sestavení shodně obtížných variant testů a porovnat výsledky testů v různých třídách. Zhodnotit, zda některá třída pochopila probíranou látku lépe, zda některé vyučovací metody jsou účinnější než jiné a zda jsou některé příklady a analogie pro žáky pochopitelnější. Tato porovnávání učitel zpravidla

dělá intuitivně v průběhu výuky. Vnesením statistiky do těchto procesů vede ke zvýšení objektivnosti a zefektivnění rozhodovacích procesů.

Pokud shrneme výše uvedené, budoucí učitelé přírodopisu/biologie by měli během své profesní přípravy na vysoké škole získat kompetence, které popsal Rumsey (2002):

- povědomí o datech,
- pochopení některých základních statistických pojmů a terminologie,
- znalost základů o sběru dat a generování popisných statistik,
- základní dovednost interpretace (schopnost popsat, co výsledky znamenají v souvislosti s řešeným problémem),
- základní komunikační dovednosti (schopnost vysvětlit výsledky někomu jinému).

Seberová (2008) navíc upozorňuje, že jsou tyto výzkumné kompetence nezbytné, neboť jsou to právě oni, kteří zajišťují autoevaluvaci a akční výzkum ve školách pomocí kvantitativních metod, jejichž je statistika součástí. Na potřebu ověřování didaktických teorií učiteli v praxi upozorňuje i Trna (2011).

Učitelé oborových didaktik by tedy měli vést své studenty (budoucí učitele) k analyticko-syntetickému řešení problému. Při ověřování přírodních zákonitostí by pak studenti měli být vedení k práci s daty. Aby student uměl diskutovat o zjištěných výsledcích, je bezpodmínečně nutné, aby znal základní pojmy používané ve statistice a orientoval se v základních pojmech a metodách, které používá statistická praxe.

2. Cíle disertační práce, výzkumné otázky a hypotézy

Hlavní cíl disertační práce je definován jako popis současného stavu statistické gramotnosti studentů učitelství přírodopisu/biologie. Pro potřeby naplnění hlavního cíle disertační práce bylo stanoveno 5 dílčí cílů/studií včetně výzkumných otázek a hypotéz:

Dílčí cíl 1: Popis úrovně statistických znalostí, které mají žáci nabýt na základních a středních školách.

Výzkumné otázky:

VO 1: Jaké pojmy a dovednosti z oblasti statistiky by si žáci podle rámcových vzdělávacích programů v průběhu základního a středoškolského vzdělání měli osvojit?

Dílčí cíl 2: Popis stavu znalostí statistických pojmů u studentů učitelství přírodopisu/biologie na vysoké škole.

Výzkumné otázky a hypotézy:

VO 2: Znají studenti učitelství přírodopisu/biologie učivo kombinatoriky a statistiky ze střední školy?

VO 3: Znají a umí použít studenti učitelství přírodopisu/biologie statistické pojmy, které jsou obsažené v rámcových vzdělávacích programech pro základní vzdělávání a rámcových vzdělávacích programech pro gymnázia?

H 1: Výsledky testu studentů učitelství přírodopisu/biologie jsou závislé na pohlaví.

H 2: Výsledky testu studentů učitelství přírodopisu/biologie jsou závislé na typu střední školy.

H 3: Mezi statistickými znalostmi studentů učitelství přírodopisu/biologie a jinými přírodovědnými obory existuje statisticky významný rozdíl.

VO 4: Nadhodnocují studenti učitelství přírodopisu/biologie své vlastní znalosti statistických pojmů oproti výsledkům jejich znalostí zjištěných pomocí testu?

VO 5: Mají studenti učitelství přírodopisu/biologie zájem se ve statistice dále vzdělávat?

Dílčí cíl 3: Popis obsahu současných statistických kurzů, které jsou nabízeny studentům učitelství přírodopisu/biologie v rámci pregraduální přípravy na pedagogických a přírodovědeckých fakultách v ČR.

Výzkumné otázky:

VO 6: Jak jsou budoucí učitelé přírodopisu/biologie na Univerzitě Kalově připravováni na práci s daty a jejich statistickým vyhodnocováním?

Dílčí cíl 4: Popis konzultací statistických problémů studentů učitelství přírodopisu/biologie.

Výzkumné otázky:

VO 7: Jaký je průměrný sledovaný vzorek u kvantitativního výzkumu v diplomových pracích studentů učitelství přírodopisu/biologie?

VO 8: Dokáží studenti učitelství přírodopisu/biologie správně stanovit výzkumnou hypotézu?

VO 9: Jaké metody chtějí studenti učitelství přírodopisu/biologie využít při psaní diplomové práce?

VO 10: Jaké statistické metody jsou nejčastěji navrhovány statistikem studentům učitelství přírodopisu/biologie během konzultací?

VO 11: Jakou statistickou pomoc studenti v rámci statistických konzultací vyžadují?

Dílčí cíl 5: Popis nejčastějších chyb v diplomových pracích studentů učitelství přírodopisu/biologie obsahujících kvantitativní výzkum.

Výzkumné otázky:

VO 12: Jaké typy diplomových prací si studenti učitelství přírodopisu/biologie vybírají, tj. založené na empirickém výzkumu, aplikačně-didaktické?

VO 13: Jaké jsou nejčastější chyby v kvantitativních výzkumech analyzovaných diplomových prací?

VO 14: Citují studenti učitelství přírodopisu/biologie při psaní diplomových prací statisticky zaměřenou literaturu?

3. Struktura výzkumu statistické gramotnosti studentů učitelství přírodopisu/biologie v ČR

Jak již bylo výše uvedeno, k naplnění dílčích cílů disertační práce bylo navrženo a realizováno pět dílčích studií, které jsou dále v práci uvedeny jako samostatné kapitoly (3.1 – 3.5).

Stav statistické gramotnosti studentů učitelství přírodopisu/biologie je determinován obsahem výuky statistiky na základních a středních školách zahrnutým v kurikulárních dokumentech. V první dílčí studii je tedy pomocí analýzy rámcových vzdělávacích programů základních škol a víceletých gymnázií shrnuto, jaký soubor znalostí mají žáci podle RVP nabýt. Tím je popsána předpokládaná úroveň statistické gramotnosti žáků, resp. studentů, před nástupem na vysokou školu (viz kap. 3.1).

Součástí druhé dílčí studie je dotazníkové šetření, na jehož základě je zkoumáno, nakolik se u budoucích učitelů přírodopisu/biologie liší soubor znalostí předepsaného kurikula v oblasti statistické gramotnosti od znalostí dosažených (viz kap. 3.2).

Završením celého výzkumu je analýza diplomových prací (viz kap. 3.3), která poukazuje na to, jaké nejasnosti studenti učitelství přírodopisu/biologie při zpracovávání dat řeší a jakou statistickou literaturu používají. Skrze tuto analýzu je zjišťován stav statistické gramotnosti studentů na vysoké škole, protože využití statistických metod v diplomových pracích je určitým výsledkem nabyté statistické gramotnosti studentů. Tato analýza diplomových prací popisuje, jaké statistické metody studenti učitelství biologie využívají a jakých chyb se při jejich aplikaci dopouští.

Z realizačních důvodů není možné, aby všechny tyto studie byly ověřeny plošně, tedy na velkém množství studentů učitelství přírodopisu/biologie. Obecné závěry lze proto vyvozovat pouze z prvních tří dílčích studií (3.1 – 3.3). Další dvě dílčí studie byly zaměřeny úžeji, ale na druhou stranu studují problematiku hlouběji. Popis obsahu současných statistických kurzů nabízených studentům učitelství přírodopisu/biologie je zaměřen pouze na kurzy Univerzity Karlovy. Popis konzultací se statistikem je pak zaměřen již na jednu katedru (konkrétně Katedru Biologie a environmentálních studií na Pedagogické fakultě Univerzity Karlovy), neboť jde o kvalitativní pohled na problematiku. Tyto dílčí studie jsou

však určitou inspirací pro fakulty a katedry, které chtějí umožnit svým studentům učitelství přírodopisu/biologie statistické konzultace anebo optimalizovat stav kurzu statistiky, který těmto studentům nabízí.

3.1 Popis úrovně statistických znalostí, které mají žáci podle RVP nabýt na základních a středních školách.⁸

3.1.1 Cíl

V rámci této dílčí studie byla položena zásadní výzkumná otázka (VO 1): Jaké pojmy a dovednosti z oblasti statistiky by si žáci podle RVP v průběhu základního a středoškolského vzdělání měli osvojit? Odpověď na tuto otázku by mohla odhalit i to, jaká je předpokládaná vstupní úroveň statistické gramotnosti studentů nastupujících na vysoké školy, tedy i studentů začínajících studovat obor učitelství přírodopisu/biologie.

3.1.2 Metodika

Za účelem zjištění úrovně statistické gramotnosti studentů nastupujících na vysoké školy byla provedena obsahová analýza dokumentů (podrobněji Hendl, 2005, str. 132), zde rámcových vzdělávacích programů pro základní vzdělávání (dále jen RVP ZV) (RVP ZV, 2016) a rámcových vzdělávacích programů pro gymnázia (dále jen RVP G) (RVP G, 2013). Gymnázia byla vybrána za zástupce středních škol, neboť lze předpokládat, že nejvíce studentů vysokých škol pochází právě z gymnázií.

Tato dílčí studie je fakticky rozdělena do dvou částí. Nejprve byla analyzována vzdělávací oblast *Matematika a její aplikace*, neboť je statistika v současné době vyučována v rámci předmětu matematika, a tudíž lze předpokládat, že nejvíce znalostí a statistického myšlení si žáci osvojí právě v rámci této vzdělávací oblasti. Následně jsou analyzovány i další vzdělávací oblasti, které, ačkoliv nemají se statistikou zdánlivě mnoho společného, obsahují nejružnější schopnosti a dovednosti, které velmi úzce souvisí se statistickou gramotností.

Analýza vzdělávací oblasti *Matematika a její aplikace* v RVP ZV (2016) předcházela analýze vzdělávací oblasti *Matematika a její aplikace* v RVP G (2013). V rámci analýzy byly vyhledány statistické pojmy a dovednosti, které by si žáci měli v průběhu studia osvojit (viz tabulka 2). Tyto pojmy a dovednosti byly zaznamenány do shrnující tabulky 3.

⁸ Kapitola vychází z článku Hybšové (2015d).

V ostatních vzdělávacích oblastech (tedy ve všech vzdělávacích oblastech mimo vzdělávací oblast *Matematika a její aplikace*) byly systematicky vyhledány následující klíčová slova úzce související se statistickou gramotností:

Tabulka 2 Klíčová slova vyhledávaná v rámcových vzdělávacích programech

Statistika	Model
Data	Analytické myšlení
Závislost	Kritické myšlení
Tabulka	Informace
Graf	Analýza
Tabulkový kalkulátor	Empirické metody
Tabulkový procesor	Výzkum

Pomocí obsahové analýzy (Hendl, 2005, str. 132) byl výskyt těchto pojmů zaznamenáván. Ke každému záznamu bylo uvedeno shrnutí pojmů a dovedností, které mají žáci nabýt. Pomocí kódování a následné konceptualizace dat byly shrnuty výsledky do několika podoblastí:

- a) statistika ve vzdělávací oblasti *Matematika a její aplikace* na základních školách,
- b) statistika ve vzdělávací oblasti *Matematika a její aplikace* na gymnáziích,
- c) přesahy statistické gramotnosti do dalších vzdělávacích oblastí na základní škole,
- d) přesahy statistické gramotnosti do dalších vzdělávacích oblastí na gymnáziích,
- e) přesahy statistické gramotnosti do průřezových témat na základních školách a gymnáziích,
- f) získané kompetence na základních školách a gymnáziích.

Tyto podoblasti jsou popsány v rámci subkapitoly 3.1.3 Výsledky.

3.1.3 Výsledky

V rámci analýzy byla tedy podrobena zkoumání nejprve vzdělávací oblast *Matematika a její aplikace*. Zkoumána byla nejdříve oblast v RVP ZV, v RVP G a následně byly prozkoumány i další vzdělávací oblasti včetně průřezových témat. Dále jsou ve výsledcích popsány i klíčové kompetence, které úzce souvisí se statistickou gramotností a hrají tak veliký význam v jejím rozvoji.

a) Statistika ve vzdělávací oblasti *Matematika a její aplikace* na základních školách
Vzdělávací oblast *Matematika a její aplikace* je součástí předmětu matematika a v RVP ZV (2016) je popsána jako oblast založená na aktivních činnostech, které jsou typické pro práci s matematickými objekty a pro užití matematiky v reálných situacích. Tato oblast umožňuje získávat matematickou gramotnost, která úzce souvisí s gramotností statistickou. Matematika i statistika poskytuje vědomosti a dovednosti potřebné v běžném životě a vytváří předpoklady pro další úspěšné studium.

Vzdělávací obsah oblasti *Matematika a její aplikace* je rozdělen na čtyři tematické okruhy (RVP ZV, 2016):

- čísla a početní operace probírané na prvním stupni,
- číslo a proměnná probírané na druhém stupni,
- závislosti, vztahy a práce s daty,
- geometrie v rovině a v prostoru.

Pro rozvoj statistické gramotnosti je nejvýznamnější tematický okruh Závislosti, vztahy a práce s daty, kde žáci rozpoznávají závislosti, které jsou projevem běžných jevů v reálném světě. Tyto závislosti se žáci učí analyzovat pomocí tabulek, diagramů a grafů. V jednoduchých případech tyto závislosti konstruují pomocí matematického modelu – ideálně pomocí vhodného softwaru nebo grafického kalkulátoru. Mezi očekávané výstupy tohoto okruhu patří schopnost žáka vyhledat, zpracovat a vyhodnotit data, porovnat soubory dat, určit vztah přímé anebo nepřímé úměrnosti, vyjádřit funkční vztah tabulkou, rovnicí, grafem a matematizovat jednoduché reálné situace s využitím funkčních vztahů (RVP ZV, 2016).

Učivo tohoto okruhu je shrnuto do dvou podoblastí – závislosti a data (příklady závislostí z praktického života a jejich vlastnosti, nákresy, schémata, diagramy, grafy, tabulky, četnost znaku, aritmetický průměr) a funkce (pravoúhlá soustava souřadnic, přímá úměrnost, nepřímá úměrnost, lineární funkce) (RVP ZV, 2016, s. 32). Mezi cíle tohoto tematického okruhu patří například

- rozvíjení logického myšlení ke kritickému usuzování a srozumitelné a věcné argumentaci prostřednictvím řešení matematických problémů,
- vnímání složitosti reálného světa a jeho porozumění,
- provádění rozboru problému a plánu řešení, odhadování výsledků, volba správného postupu k vyřešení problému a vyhodnocování správnosti výsledku vzhledem k podmínkám úlohy nebo problému,
- rozvíjení spolupráce při řešení problémových a aplikovaných úloh vyjadřujících situace z běžného života a následně k využití získaného řešení v praxi; k poznávání možností matematiky a skutečnosti, že k výsledku lze dospět různými způsoby,
- rozvíjení důvěry ve vlastní schopnosti a možnosti při řešení úloh, výchova k soustavné sebekontrolě při každém kroku postupu řešení, k rozvíjení systematickosti, vytrvalosti a přesnosti, k vytváření dovednosti vyslovovat hypotézy na základě zkušenosti nebo pokusu a k jejich ověřování nebo vyvracení pomocí protipříkladů (RVP ZV, 2016).

Statistika se v této vzdělávací oblasti může prolínat s ICT předměty, neboť různé závislosti lze žákům prezentovat pomocí software nebo grafických kalkulátorů. Právě tím, že se žáci učí využívat prostředky výpočetní techniky (především kalkulátory, vhodný počítačový software, určité typy výukových programů) a používat některé další pomůcky, je umožněn přístup k matematice i žákům, kteří mají nedostatky v numerickém počítání a v rýsovacích technikách. Zdokonalují se rovněž v samostatné a kritické práci se zdroji informací.

Statistika se v této vzdělávací oblasti může prolínat i s přírodovědnými předměty, zejména s přírodopisem/biologií. Příkladem může být například práce Hradilové (2016) nebo samotné úlohy pro rozvoj přírodovědné gramotnosti od Mandíkové & Houfkové (2012).

b) Statistika ve vzdělávací oblasti *Matematika a její aplikace* na gymnáziích

Výuka matematiky na gymnáziu rozvíjí a prohlubuje pochopení kvantitativních a prostorových vztahů reálného světa, utváří kvantitativní gramotnost žáků (RVP G, 2013). V RVP G je matematika obsažena ve vzdělávací oblasti *Matematika a její aplikace*, která je součástí předmětu matematika. Tato vzdělávací oblast obsahuje pět tematických okruhů:

- argumentace a ověřování,
- číslo a proměnná,
- práce s daty a kombinatorika, pravděpodobnost,
- závislost a funkční vztahy,
- geometrie.

Z pohledu statistické gramotnosti je nejdůležitější okruh Práce s daty a kombinatorika, pravděpodobnost, v rámci něhož se žáci učí řešit reálné problémy s kombinatorickým podtextem, pomocí kombinatorických postupů vypočítat pravděpodobnosti náhodných jevů, diskutovat a kriticky hodnotit statistické informace a statistická sdělení, volit a využívat vhodné statistické metody k analýze a zpracování dat (včetně využití výpočetní techniky). V neposlední řadě se pak žáci učí graficky reprezentovat soubor dat a interpretovat tabulky, diagramy a grafy. Žák se také naučí porovnat dva různé soubory dat vzhledem k jejich odlišným charakteristikám. V rámci tohoto tematického okruhu si žák osvojí pojmy vážený aritmetický průměr, medián, modus, percentil, kvartil, směrodatná a mezikvartilová odchylka (RVP G, 2013).

Dalším zajímavým tematickým okruhem je Argumentace a ověřování. Mezi očekávané výstupy patří mimo jiné schopnost žáka vytvořit hypotézy, zdůvodnit jejich pravdivost či nepravdivost a vyvrátit nesprávná tvrzení. Dalším očekávaným výstupem je schopnost žáka zdůvodnit svůj postup a ověřit správnost řešení problému.

Po prozkoumání obou dokumentů – RVP ZV (2016) a RVP G (2013), byly pojmy a dovednosti, které by si žáci měli osvojit v průběhu studia na základní škole a gymnáziu, shrnuty do tabulky 3.

Tabulka 3 Shrnutí osvojených pojmů a dovedností ve vzdělávací oblasti Matematika a její aplikace na základních školách a gymnáziích

Matematika a její aplikace		
	Základní školy	Gymnázia
Osvojené pojmy	<ul style="list-style-type: none"> • Graf • Diagram • Tabulka • Statistický soubor • Kvantitativní znak • Kvalitativní znak • Četnost • Modus • Medián • Aritmetický průměr 	<ul style="list-style-type: none"> • Náhodný jev • Pravděpodobnost • Statistický soubor • Charakteristiky statistického souboru • Aritmetický průměr • Vážený aritmetický průměr • Modus • Medián • Percentil • Kvartil • Směrodatná odchylka • Mezikvartilová odchylka
Osvojené dovednosti	<ul style="list-style-type: none"> • Přečte z grafu požadované údaje • Orientuje se v grafech • Provádí statistická šetření a zapisuje je pomocí tabulky nebo diagramu • Vyhledává, vyhodnocuje, zpracovává data • Porovnává soubory dat • Pracuje s intervaly a časovou osou • Samostatně vyhledává data v literatuře, denním tisku a na internetu a kriticky hodnotí jejich reálnost 	<ul style="list-style-type: none"> • Diskutuje a kriticky zhodnotí statistické informace a daná statistická sdělení • Volí a užívá vhodné statistické metody k analýze a zpracování dat (využívá výpočetní techniku) • Reprezentuje graficky soubory dat, čte a interpretuje tabulky, diagramy a grafy, rozlišuje rozdíly v zobrazení obdobných souborů vzhledem k jejich odlišným charakteristikám

Zdroj: Vlastní zpracování

c) Přesahy statistické gramotnosti do dalších vzdělávacích oblastí na základní škole
Po analýze vzdělávacích oblastí *Matematika a její aplikace* na základních školách a gymnáziích, byly podrobně prozkoumány i další vzdělávací oblasti. Mimo vzdělávací oblast

Matematika a její aplikace se statistika objevuje i ve vzdělávací oblasti Informační a komunikační technologie, která, jak se píše v RVP ZV (2013, str. 34) „...umožňuje všem žákům dosáhnout základní úrovně informační gramotnosti – získat elementární dovednosti v ovládání výpočetní techniky a moderních informačních technologií, orientovat se ve světě informací, tvořivě pracovat s informacemi a využívat je při dalším vzdělávání i v praktickém životě.“ Právě práce s informacemi a využívání výpočetní techniky spojuje tuto vzdělávací oblast se statistikou, neboť zpracovávání dat ideálně pomocí tabulkových kalkulačků je v dnešní době nezbytná dovednost. Vzdělávací obsah oblasti Informační a komunikační technologie je rozdělen do dvou tematických okruhů – Vyhledávání informací a komunikace a Zpracování a využití informací (RVP ZV, 2016). Statistika se prolíná oběma oblastmi, v prvním případě souvisí především s vyhledáváním dat a jejich relevancí. Žáci se tedy učí pracovat s různými databázemi, ročenkami, statistickými přehledy, a dále hledat nejruznější informace na internetu a kriticky o nich smýšlet. V druhém okruhu se statistika především uplatňuje v rámci práce s tabulkovými procesory, zpracováním získaných dat a tvorbou grafických výstupů.

Mezi očekávané výstupy prvního tematického okruhu Vyhledávání informací a komunikace patří schopnost žáka ověřit věrohodnost informací a informačních zdrojů, posoudit jejich závažnost a vzájemnou návaznost. Učivo pak zahrnuje nejen znalosti a dovednosti v oblasti vývojových trendů informačních technologií, ale i znalost hodnoty a relevantnosti informací a informačních zdrojů včetně metod a nástrojů jejich ověřování (RVP ZV, 2016).

Mezi očekávané výstupy druhého tematického okruhu Zpracování a využití informací patří schopnost žáka ovládat práci s tabulkovými editory a využívat vhodných aplikací, používat informace z různých informačních zdrojů a vyhodnocovat jednoduché vztahy mezi údaji, zpracovat a prezentovat na uživatelské úrovni informace v textové, grafické a multimediální formě. Učivo pak zahrnuje mimo jiné tabulkové editory, vytváření tabulek, porovnávání dat, jednoduché vzorce a prezentaci informací skrze webové stránky, prezentační programy, multimedia (RVP ZV, 2016).

Dovednosti získané v této vzdělávací oblasti umožňují žákům aplikovat výpočetní techniku ve všech vzdělávacích oblastech celého základního vzdělávání. Právě tato aplikační rovina přesahuje rámec vzdělávací oblasti Informační a komunikační technologie a stává se součástí

všech vzdělávacích oblastí základního vzdělávání. Cílem této vzdělávací oblasti je rozvoj a podpora klíčových kompetencí směřující žáka k seznámení s moderními informačními a komunikačními technologiemi a jejich využíváním, porozumění toku informací až po jejich zpracování a využití v praxi. Žák se učí vytvářet algoritmus určité činnosti, využívat a aplikovat výukový software k efektivnímu učení a správné organizaci práce. Učí se poznávat nejen pozitivní, ale také negativní vlivy internetu a respekt k ochraně osobních dat a údajů, ale také vztah k ochraně práv duševního vlastnictví programového vybavení. Tyto kompetence úzce souvisí i s kritickým smýšlením o informacích a hledáním důvěryhodných zdrojů (RVP, ZV, 2013).

Třetí vzdělávací oblastí, se kterou se statistika může prolínat, je vzdělávací oblast *Člověk a příroda*, která je společná pro fyziku, chemii, přírodopis a zeměpis. V této oblasti se utváří klíčové kompetence tím, že je žák veden k (RVP ZV, 2016):

- zkoumání přírodních faktů a jejich souvislostí s využitím různých empirických metod poznávání (pozorování, měření, experiment) i různých metod racionálního uvažování,
- potřebě klást si otázky o průběhu a příčinách různých přírodních procesů, které mají vliv i na ochranu zdraví, životů, životního prostředí a majetku, správně tyto otázky formulovat a hledat na ně adekvátní odpovědi,
- způsobu myšlení, které vyžaduje ověřování vyslovovaných domněnek o přírodních faktech více nezávislými způsoby,
- posuzování důležitosti, spolehlivosti a správnosti získaných přírodovědných dat pro potvrzení nebo vyvrácení vyslovovaných hypotéz či závěrů.

Právě zde lze s žáky využít mezioborových vazeb s matematikou a využít znalostí statistiky. V přírodovědě žák může porovnávat získaná data a vytvářet grafy znázorňující zjištěná fakta.

d) Přesahy do vzdělávacích oblastí na gymnáziích

Statistika se objevuje mimo vzdělávací oblast *Matematika a její aplikace* i v RVP G. Příkladem může být vzdělávací oblast *Člověk a příroda* zahrnující biologii, fyziku, chemii, geografii a geologii. Tyto přírodní disciplíny jsou si velmi blízké i v metodách a prostředcích, které uplatňují ve své výzkumné činnosti. Používají jak metody empirické

(pozorování, měření a experimenty), tak i prostředky teoretické (pojmy, hypotézy, modely a teorie). (RVP G, 2013).

V RVP G (2013) se píše, že „*Základní prioritou každé oblasti přírodovědného poznávání je odkrývat metodami vědeckého výzkumu zákonitosti, jimiž se řídí přírodní procesy. Odkrývání přírodních zákonitostí je hodnotné jednak samo o sobě, neboť naplňuje přirozenou lidskou zvědavost poznat a porozumět tomu, co se odehrává pod povrchem smyslově pozorovatelných, často zdánlivě nesouvisejících jevů, a jednak člověku umožňuje ovládnout různé přírodní objekty a procesy tak, aby je mohl využívat pro další výzkum i pro rozmanité praktické účely.*“ (RVP G, 2013).

Z této definice vyplývá, že právě pomocí metod vědeckého výzkumu žáci s pomocí učitele odkrývají zákonitosti přírodních procesů. Žáci si v rámci této vzdělávací oblasti postupně osvojují vybrané empirické i teoretické metody přírodovědného výzkumu a aktivně je spolu s přírodovědnými poznatky ve výuce využívají. Žáci jsou vedeni k tomu, aby si uvědomili význam objektivitu a pravdivosti poznání. Těch lze ale dosahovat pouze pomocí nezávislé kontroly způsobu získávání dat a ověřování hypotéz. Gymnaziální vzdělávání v přírodovědné oblasti též musí vést ke kritickému smýšlení o problémech i pravdivosti předložených přírodovědných informací. Toho lze docílit tak, že žáci debatují o způsobech získávání dat a metodách ověřování hypotéz. Žákům je zapotřebí ukázat negativní důsledky zkreslování dat a seznámit je s morálním aspektem výzkumu.

Cílem vzdělávací oblasti je rozvíjet klíčové kompetence žáků. Z hlediska statistické gramotnosti tato vzdělávací oblast obsahuje tyto schopnosti:

- formulace přírodovědného problému,
- provádění soustavných a objektivních pozorování, měření a experimentů (především laboratorního rázu) podle vlastního či týmového plánu nebo projektu, k zpracování a interpretaci získaných dat a hledání souvislostí mezi nimi,
- tvorba modelu přírodního objektu či procesu umožňujícího pro daný poznávací účel vhodně reprezentovat jejich podstatné rysy či zákonitosti,
- používání adekvátních matematických a grafických prostředků k vyjadřování přírodovědných vztahů a zákonů,

- využívání prostředků moderních technologií v průběhu přírodovědné poznávací činnosti (RVP G, 2013).

Význam rozvoje těchto schopností umocňuje mezinárodní hodnocení PISA, které se mimo jiné zaměřuje i na přírodovědnou gramotnost. Sleduje mimo znalostí obsahových i znalosti procedurální, ve kterých mají čeští žáci potíže. Obtížné je pro ně i hodnocení a navrhování vědeckého zkoumání a vědecká interpretace dat včetně vědeckých důkazů (členění přírodovědné gramotnosti viz Starková, 2016).

Další vzdělávací oblastí související s rozvojem statistické gramotnosti je vzdělávací oblast *Člověk a společnost* zahrnující občanský a společenskovědní základ a dějepis. Tato oblast „... přispívá k utváření historického vědomí, k uchování kontinuity tradičních hodnot naší civilizace a k občanskému vzdělávání mládeže. Posiluje respekt k základním principům demokracie a připravuje žáky na odpovědný občanský život v demokratické společnosti...“ (RVP G, 2013).

Vzdělávání v této vzdělávací oblasti směřuje k utváření a rozvíjení klíčových kompetencí tím, že vede žáka k utváření realistického pohledu na skutečnost a k orientaci ve společenských jevech a procesech tvořících rámec každodenního života a dále k osvojování demokratických principů v mezilidské komunikaci, k rozvíjení schopnosti diskutovat o veřejných záležitostech, rozpoznávat manipulativní strategie, zaujímat vlastní stanoviska a kritické postoje ke společenským a společenskovědním záležitostem, věcně (nepředpojatě) argumentovat.

Ve vzdělávací oblasti *Člověk a svět práce* (RVP G, 2013) je u žáka rozvíjena schopnost analyzovat působení médií v ekonomickém světě a využít aktuální mediální informace při analýze české i světové ekonomiky. Právě tato schopnost je klíčová právě pro kritické smýšlení o médiích publikovaných statistikách a jejich vzniku. Občanská statistická gramotnost je nezbytnou součástí statistické gramotnosti a umožňuje se plně orientovat v současném světě (Hybšová, 2015b).

Poslední vzdělávací oblastí související se statistickou gramotností je vzdělávací oblast *Informatika a informační a komunikační technologie*, která navazuje na oblast ICT v základním vzdělávání zaměřenou na zvládnutí základní úrovně informační gramotnosti. Vzdělávání v této vzdělávací oblasti směřuje k utváření a rozvíjení klíčových kompetencí

tím, že vede žáka k porozumění zásadám ovládání a věcným souvislostem jednotlivých skupin aplikačního programového vybavení a k vhodnému uplatňování jejich nástrojů, metod a vazeb k efektivnímu řešení úloh a dále jej vede k využívání prostředků ICT k modelování a simulaci přírodních, technických a společenských procesů a k jejich implementaci v různých oborech (RVP G, 2013). Zde je vidět možnost propojení statistických znalostí a práce se softwarem ke zpracování dat, které bylo nastíněno, i přesahů v RVP ZV (2016).

- e) Přesahy statistické gramotnosti do průřezových témat na základních školách a gymnáziích

Přesahy statistické gramotnosti se objevují nejen ve vzdělávacích oblastech, ale i v průřezových tématech. Ta reprezentují v RVP okruhy aktuálních problémů současného světa a jsou běžně zařazována do výuky (RVP ZV, 2016). Právě v průřezových tématech, ačkoliv to není na první pohled patrné, se můžeme setkat s aplikací statistických metod. Průřezová témata jsou na základní škole a gymnáziu stejná vyjma tématu Výchova demokratického občana, které je vyučováno pouze na základní škole. Z průřezových témat nabízí k rozvoji statistické gramotnosti prostor především tato témata (RVP ZV, 2016 a RVP G, 2013):

- Průřezové téma Výchova demokratického občana v rámci tematického okruhu „Formy participace občanů v politickém životě“ objasňuje volební systémy a politiku na různých úrovních. V rámci témat Parlamentní, krajské a komunální volby, obec jako základní jednotka samosprávy státu je vhodné zařadit v rámci výuky statistiky samostatnou nebo naopak skupinovou práci, kdy žáci mají za úkol zjistit informace o výsledcích voleb a na tyto výsledky poté aplikovat získané vědomosti a dovednosti.
- Výchova k myšlení v evropských a globálních souvislostech rozvíjí a integruje základní vědomosti potřebné pro porozumění sociálním a kulturním odlišnostem mezi národy. Dále rozvíjí schopnost srovnávat projevy kultury v evropském a globálním kontextu a schopnost nacházet společné znaky a odlišnosti a hodnotit je v širších souvislostech. Jednou z možností aplikace statistiky je srovnání demografických údajů zemí Evropské unie s výsledky České republiky, a to v oblastech ekonomických, kulturních i společenských.

- Multikulturní výchova se zabývá poměrně širokým spektrem problémů, ať už kulturními rozdíly, etnickým členěním společnosti, lidskými vztahy a principy solidarity. Statistiku tak využijeme např. k mapování rozdílných sociálních jevů.
- Environmentální výchova využívá metody popisné statistiky především v rámci přírodovědných předmětů (fyziky, chemie, přírodopisu, zeměpisu a výchovy ke zdraví). Prakticky ve všech těchto předmětech se žáci setkají s případy, ve kterých potřebují zpracovat naměřená, získaná nebo vypočtená data.
- Mediální výchova se zabývá dnes velice aktuálním tématem médií a jeho vlivu na chování jedince a společnosti. Média dnes ovlivňují celkový životní styl a kvalitu života. Přitom sdělení, jež jsou médií nabízena, mohou být často zavádějící a vyznačují se v některých případech nepřesnými, neseriózními informacemi a nepodloženými zdroji informací. Správné vyhodnocení takovýchto sdělení a jejich vztahu k realitě vyžaduje značnou průpravu (Pernicová, 2013). Schopnost žáka orientovat se v datech uváděných v různých grafech, tabulkách, rozumět těmto sdělením, správně je interpretovat a kriticky hodnotit velice úzce souvisí se statistickou gramotností. V souladu s požadavky současné společnosti je třeba zdůraznit kritický postoj k interpretacím statistických sdělení, poukázat na záměrné nekorektní zneužívání výsledků statistických průzkumů a manipulaci v reklamách.
- Osobnostní a sociální výchova obecně formuje studijní dovednosti, které jsou nezbytné pro další vzdělávání. Přesah statistiky do tohoto průřezového tématu není jednoznačný.

f) Získané kompetence na základních školách a gymnáziích

Klíčové kompetence představují soubor vědomostí, dovedností, schopností, postojů a hodnot, které jsou důležité pro osobní rozvoj jedince, jeho aktivní zapojení do společnosti a budoucí uplatnění v životě (RVP G, 2013). I vzdělávání ve vzdělávací oblasti *Matematika a její aplikace* směřuje k utváření a rozvíjení klíčových kompetencí. V etapě základního a středního vzdělávání jsou za klíčové považovány:

- kompetence k učení,
- kompetence k řešení problémů,
- kompetence komunikativní,

- kompetence sociální a personální,
- kompetence občanské,
- kompetence pracovní/k podnikavosti.

Tabulka 4 zachycuje kompetence zamýšleného kurikula na základních školách a gymnáziích. Tabulky kompetencí v RVP ZV (2016) a RVP G (2013) obsahují všechny schopnosti a dovednosti, kterých by žáci na dané úrovni měli dosáhnout, v tabulce 4 jsou však vybrány pouze ty, které souvisí s rozvojem statistické gramotnosti. Pro její rozvoj jsou nezbytné zejména čtyři klíčové kompetence, jež by si měli žáci osvojit v průběhu studia na základních školách a gymnáziích, a to kompetence k řešení problémů, kompetence komunikativní a kompetence občanská a pracovní/k podnikavosti.

Tabulka 4 Souhrn získaných klíčových kompetencí souvisejících se statistickou gramotností na jednotlivých úrovních vzdělávání

Kompetence	Základní školy	Gymnázia
k učení	<ul style="list-style-type: none"> vyhledává a třídí informace a na základě jejich pochopení, propojení a systematizace je efektivně využívá v procesu učení, tvůrčích činnostech a praktickém životě, vytváří si komplexnější pohled na matematické, přírodní, společenské a kulturní jevy, samostatně pozoruje a experimentuje, získané výsledky porovnává, kriticky posuzuje a vyvozuje z nich závěry pro využití v budoucnosti, 	<ul style="list-style-type: none"> kriticky přistupuje ke zdrojům informací, informace tvořivě zpracovává a využívá při svém studiu a praxi, kriticky hodnotí pokrok při dosahování cílů svého učení a práce, přijímá ocenění, radu i kritiku ze strany druhých, z vlastních úspěchů i chyb čerpá poučení pro další práci,
k řešení problémů	<ul style="list-style-type: none"> vyhledá informace vhodné k řešení problému, nachází jejich shodné, podobné a odlišné znaky, využívá získané vědomosti a dovednosti k objevování různých variant řešení, užívá při řešení problémů logické, matematické a empirické postupy, ověřuje prakticky správnost řešení problémů a osvědčené postupy aplikuje při řešení obdobných nebo nových problémových situací, kriticky myslí, činí uvážlivá rozhodnutí, je schopen je obhájit, uvědomuje si zodpovědnost za svá rozhodnutí a výsledky svých činů zhodnotí, 	<ul style="list-style-type: none"> vytváří hypotézy, navrhuje postupné kroky, zvažuje využití různých postupů při řešení problému nebo ověřování hypotézy, uplatňuje při řešení problémů vhodné metody a dříve získané vědomosti a dovednosti, využívá analytického a kritického myšlení, kriticky interpretuje získané poznatky a zjištění a ověřuje je, pro své tvrzení nachází argumenty a důkazy, formuluje a obhajuje podložené závěry, nahlíží problém z různých stran, zvažuje možné klady a zápory jednotlivých variant řešení, včetně posouzení jejich rizik a důsledků,
komunikativní	<ul style="list-style-type: none"> rozumí různým typům textů a záznamů, obrazových materiálů a jiných informačních a komunikačních prostředků, přemýšlí o nich, reaguje na ně a tvořivě je využívá ke svému rozvoji a k aktivnímu zapojení se do společenského dění, 	<ul style="list-style-type: none"> využívá dostupné prostředky komunikace včetně symbolických a grafických vyjádření informací různého typu, používá s porozuměním odborný jazyk a symbolická a grafická vyjádření informací různého typu, rozumí sdělením různého typu v různých komunikačních situacích, správně

		interpretuje přijímaná sdělení a věcně argumentuje,
sociální a personální		<ul style="list-style-type: none"> rozhoduje se na základě vlastního úsudku, odolává společenským i mediálním tlakům,
občanské	<ul style="list-style-type: none"> rozhoduje se zodpovědně podle dané situace, poskytne dle svých možností účinnou pomoc a chová se zodpovědně v krizových situacích i v situacích ohrožujících život a zdraví člověka, chápe základní ekologické souvislosti a environmentální problémy, respektuje požadavky na kvalitní životní prostředí, rozhoduje se v zájmu podpory a ochrany zdraví a trvale udržitelného rozvoje společnosti, 	<ul style="list-style-type: none"> chová se informovaně a zodpovědně, posuzuje události a vývoj veřejného života, sleduje, co se děje v jeho bydlišti a okolí, zaujímá a obhájí informovaná stanoviska a jedná k obecnému prospěchu podle nejlepšího svědomí,
pracovní/k podnikavosti	<ul style="list-style-type: none"> činí podložená rozhodnutí o dalším vzdělávání a profesním zaměření, orientuje se v základních aktivitách potřebných k uskutečnění podnikatelského záměru a k jeho realizaci, chápe podstatu, cíl a riziko podnikání, rozvíjí své podnikatelské myšlení. 	<ul style="list-style-type: none"> získává a kriticky vyhodnocuje informace o vzdělávacích a pracovních příležitostech, využívá dostupné zdroje a informace při plánování a realizaci aktivit, posuzuje a kriticky hodnotí rizika související s rozhodováním v reálných životních situacích, vyhledává a kriticky posuzuje příležitosti k uskutečnění podnikatelského záměru s ohledem na své předpoklady, realitu tržního prostředí a další faktory.

Zdroj: Vlastní zpracování

Kompetence k učení souvisí se statistickou gramotností pouze okrajově, avšak je třeba tuto souvislost popsat. Žáci by měli umět pracovat s informacemi a kriticky je hodnotit. Hlavním důvodem je zejména irelevantnost některých informací publikovaných na internetu a v médiích. Právě komplexní pohled na celou problematiku a kritické smýšlení o informacích může žákům značně ulehčit učení, neboť při vhodném výběru studijních materiálů mohou zdrojům věřit a nemusí se k problému neustále vracet. Příkladem mohou být referáty, které jsou zpravidla inspirovány zdroji z internetu a jiných médií. Pokud žák důvěřuje informačně nekvalitním zdrojům, je přínos ze zpracování referátu zanedbatelný.

Kompetence k řešení problému je z hlediska statistické gramotnosti zásadní, neboť žák kompetentní k řešení problémů rozumí sdělením různého typu v různých komunikačních

situacích a správně interpretuje. Tato kompetence je zcela nezbytná pro statistickou gramotnost, neboť sdělení skrze čísla a statistiky jsou veřejností často dezinterpretována. Žák kompetentní k řešení problémů navíc využívá empirické postupy k ověřování svých hypotéz, které umí obhájit před publikem. Dále umí zvážit různé varianty řešení problému a posoudit jejich rizika.

Kompetence komunikativní souvisí zejména s porozuměním žáka různým vyjádřením informací například v grafické nebo tabulkové podobě. Tyto typy informací umí i samostatně vytvořit. Tyto schopnosti úzce souvisí s prezentací získaných informací. Význam této kompetence pro statistickou gramotnost tkví především v tom, že jsou statistické informace velice často publikovány formou grafů a tabulek.

Mezi další kompetence patří kompetence sociální a personální, jež umožňuje žákovi se rozhodovat na základě vlastního úsudku a odolávat společenským a mediálním tlakům. V neposlední řadě souvisí statistická gramotnost i s kompetencí občanskou, neboť každý občan se na základě statistik rozhoduje. Například v předvolebním období probíhají výzkumy veřejného mínění a jsou publikovány nejrůznější statistiky na základě, nichž občan usuzuje. Předvolební období je na statistiky velice bohaté – mediální agentury se ohání odhady volebních preferencí, politici výši schodku státního dluhu anebo výši průměrného platu. Právě porozumění těmto sdělením je nezbytnou součástí statistické gramotnosti, neboť při pochopení vzniku takto publikovaných čísel občan může sám kriticky posoudit jejich relevantnost. Právě v průběhu studia na gymnáziích žáci nabývají plnoletosti a poprvé smí využít své volební právo.

Žák s osvojenou pracovní kompetencí získá a kriticky zhodnotí informace při plánování a realizaci například podnikatelských aktivit. Podnikatelé často musí nahlížet na trh skrze nejrůznější statistiky publikované českým statistickým úřadem. Tato čísla jim dávají informace o možných podnikatelských příležitostech nebo o ekonomickém vývoji jejich podnikatelského odvětví.

3.1.4 Shrnutí výsledků

Cílem této kapitoly bylo popsat úroveň statistických znalostí, které by si žáci měli osvojit v průběhu základní a střední školy. K jeho naplnění bylo využito obsahové analýzy RVP ZV a RVP G. V rámci této analýzy bylo zjištěno několik zásadních poznatků:

- 1) Statistická gramotnost je upevňována zejména v oblasti *Matematika a její aplikace*. Praktické využití statistiky není nikde v RVP explicitně uvedeno, a tudíž může vést k domněnce, že se do výuky dostane jen sporadicky. Během studia na základní škole a gymnáziu si žáci osvojí pojmy shrnuté v tabulce 2. Mimo toho se naučí číst v grafech a porozumět jejich tvorbě. Na gymnáziích se navíc vyučují i pojmy náhodný jev, pravděpodobnost, statistický soubor, percentil, kvartil, směrodatná a mezikvartilová odchylka. Tyto pojmy už plně zahrnují charakteristiky souboru – jak míry polohy, tak i míry variability. Úplně zde však chybí základy pravděpodobnosti, kde by si žáci mohli na praktických příkladech uvědomit, co je náhodnost a variabilita (např. házení kostkami atd.). Žáci by si na gymnáziu měli osvojit dovednosti srovnávání souborů na základě odlišnosti charakteristik souborů. Mimo statistického chápání by však měli pochopit i přesahy do reálných situací. Například v rámci průřezového tématu *Mediální výchova* by si žáci měli uvědomit, že média často využívají statistiky (průměry, mediány) jako argumenty. Žáci pak mají kriticky zhodnotit využívání těchto statistik a vzhledem k tomu, že jim rozumí a znají je, posoudit i relevantnost jejich vzniku.
- 2) Během studia na základní škole a gymnáziu si žáci osvojí mnoho dovedností. Pro přehlednost jsou shrnuty v tabulce 2. Mezi zásadní patří kompetence k řešení problémů. Žák vybaven touto kompetencí vytváří hypotézy, navrhuje postupné kroky a zvažuje využití různých postupů při řešení problému, dále uplatňuje při řešení problémů vhodné metody a dříve získané vědomosti a dovednosti. Využívá také analytického a kritického myšlení, což je nezbytné pro další rozvoj statistické gramotnosti.
- 3) Statistická gramotnost se prolíná skrze různé vzdělávací oblasti. Například v rámcových vzdělávacích programech je statistika schována zejména v oblasti

Matematika a její aplikace, avšak prolíná se i s výukou ICT předmětů i přírodovědnými a dalšími předměty. Statistiku můžeme najít nejen ve vzdělávacích oblastech, ale i v průřezových tématech.

Na vysoké školy tedy nastupují studenti, absolventi základních škol a gymnázií, kteří by měli znát základní pojmy popisné statistiky, které si osvojili v průběhu studia na základní škole a gymnáziu. Mimo těchto pojmů si také průběžně osvojili různé schopnosti a rozvíjeli klíčové kompetence, což znamená, že studenti prvních ročníků vysokých škol by měli umět popsat základní soubory dat pomocí měr polohy a variability, kriticky zhodnotit a interpretovat získané poznatky a ověřit je. Pro svá tvrzení by měli najít nejen slovní, ale i číselné argumenty. V rámci tvorby měr polohy a variability by měli umět využívat i tabulkové kalkulátory.

Právě tato úroveň získaných znalostí a kompetencí souvisejících se statistickou gramotností je zcela zásadní pro studium na vysoké škole. Vysokoškolské studenty čeká psaní bakalářské a diplomové práce, a proto budou statistiku a statistické metody potřebovat. Pokud ovládají pojmy nabyté v průběhu studia na základních školách a gymnáziích a osvojili si klíčové kompetence, jsou plně připraveni ke studiu kurzu základů statistiky, který tyto kompetence bude dále rozvíjet a připravovat je nejen na psaní závěrečné práce, ale i na případnou vědeckou kariéru.

V případě, že student v závěrečné práci nevyužije statistických metod, ani neplánuje vědeckou kariéru, i pro něj je kurz základů statistických metod vhodný, neboť, jak již bylo řečeno dříve, jsou čísla často využívána v médiích. Jednou z možností, jak se lépe orientovat v těchto argumentech, je právě pochopení vzniku publikovaných statistik, a tudíž i možnost je kriticky zhodnotit.

Z výsledků této dílčí studie vyplývá, že studenti nastupující na vysokou školu by měli znát pojmy uvedené v tabulce 2, která shrnuje odpověď na výzkumnou otázku VO 1. Otázkou k diskuzi však zůstává, zda studenti nastupující na vysoké školy mají tyto znalosti deklarované rámcovými vzdělávacími programy a zda tedy v tomto ohledu plní základní školy a gymnázia svoji úlohu.

3.1.5 Diskuze

V této dílčí studii byla věnována pozornost RVP pro základní a středoškolské vzdělávání. Vzhledem k tomu, že RVP pro střední školy existuje celá řada, byl vybrán RVP G jako zástupce vzdělávacích programů pro střední školy. Ukázalo se, že výběr gymnázií jako zástupců středních škol byl vhodný, neboť ze studie EUROSTUDENT (MŠMT, 2016) vyplývá, že 52 % studentů pedagogických fakult pochází právě z gymnázií.

Po podrobné analýze RVP ZV a RVP G se ukázalo, že pro rozvoj statistické gramotnosti jsou zásadní zejména tematické okruhy ze vzdělávací oblasti *Matematika a její aplikace* týkající se závislostí, vztahů, práce s daty a argumentace a ověřování. V rámci těchto tematických okruhů se žák učí schopnostem vyhledat, zpracovat a vyhodnotit data, porovnat soubory dat, určit vztah přímé a nepřímé úměrnosti, vyjádřit vztahy tabulkou a grafem, a v neposlední řadě také vytvořit hypotézy a zdůvodnit jejich pravdivost (RVP ZV, 2016; RVP G, 2013). Cílem těchto tematických okruhů je pak rozvoj logického myšlení ke kritickému usuzování, provádění rozboru problému a plánu řešení, odhadování výsledků, volba správného postupu k řešení problému a vyhodnocování správnosti výsledků.

Z těchto tematických okruhů, schopností a cílů, které jsou definovány ve vzdělávací oblasti *Matematika a její aplikace* v RVP ZV (2016) a RVP G (2013), vyplývá i spojení s přírodovědnou gramotností, neboť rozvoj výše popsaných schopností zajišťuje i rozvoj ve třech aspektech přírodovědné gramotnosti, a to rozvoj: Metod a postupů; Metodologie a etiky i Interakci s ostatními segmenty lidského poznání či společnosti (viz definice přírodovědné gramotnosti PISA, 2015). Neboť pouze při znalosti metod a postupů vědecké práce a schopnosti pracovat s daty, může člověk nabýt přírodovědné gramotnosti, tak jak ji popsala Straková (2016). Přírodovědná gramotnost podle Strakové totiž zahrnuje nejen schopnost vědecky vysvětlovat jevy, ale i schopnost hodnotit a navrhovat vědecké zkoumání a vědecky interpretovat data a vědecké důkazy (Straková, 2016).

Toto zjištění vede k myšlence, jak podpořit tento synergický efekt přírodovědné a statistické gramotnosti. Nabízí se několik řešení.

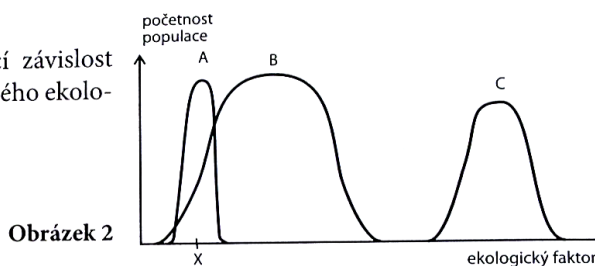
Zřejmě nejprímější cestou k rozvoji těchto kompetencí je užší kooperace mezi učiteli matematiky a učiteli přírodních věd, neboť zejména ve vzdělávací oblasti *Člověk a příroda* se rozvíjí schopnosti žáka zkoumat přírodní fakta a jejich souvislosti s využitím empirických metod poznávání (pozorování, měření, experiment) a také i schopnost posuzování spolehlivosti a správnosti získaných přírodovědných dat pro potvrzení nebo vyvrácení vyslovovaných hypotéz či závěrů (RVP ZV, 2016).

Dalším řešením je změna metod výuky. Tomu nahrává i skutečnost, že se v současné době dostává do popředí konstruktivistické pojetí výuky. S diskuzí o konstruktivistických metodách je často zmiňována integrovaná výuka, badatelsky orientovaná výuka a projektové vyučování. Tyto metody sebou přinášejí některé výhody, např. kladou menší důraz na předávání velkého množství izolovaných poznatků a velký důraz na empirické zkušenosti žáka (Dostál, 2013). Avšak je rozvoj těchto metod zpomalován nepříznivými jevy. Hejnová (2011) například uvádí, že integrované výuce brání zejména pregraduální příprava učitelů, která je zpravidla zaměřena na dva předměty, chybící postgraduální vzdělávání učitelů v této problematice, nedostávající se metodické materiály a učební texty, jejichž koncepce vychází z integrovaného kurikula. K nepříznivé situaci přispívá i chybící dlouhodobější tradice integrovaného pojetí výuky a z toho plynoucí nedůvěra našich odborníků, učitelů a širší veřejnosti k této formě výuky (Hejnová, 2011).

Lze předpokládat, že pokud budou žáci uplatňovat v hodinách přírodopisu/biologie schopnosti nabyté v matematice, nejen že si upevní učivo z matematiky, ale zároveň pochopí jeho praktický význam a účel při aplikaci v přírodních vědách. Navíc si uvědomí, jak vědci vysvětlují pomocí empirických měření představy o fungování přírody. Příkladem může být práce Hradilové (2016), která v rámci projektového vyučování spojuje nejen přírodopis s matematikou, ale i se zeměpisem, žurnalistikou, historií a dalšími obory. V projektu žáci pracují s pojmy průměr, procenta a rozpětí a tím si upevňují znalosti z matematiky a zároveň se dozvídají že se matematika přirozeně prolíná s přírodopisem/biologií. Příklady biologických úloh, které vyžadují schopnost práce s tabulkami, grafy a číselnými hodnotami se objevují i v Úlohách pro rozvoj přírodovědné gramotnosti (Mandíková & Houfková, 2012, str. 28-43). Příkladem může být Obrázek 1, který ukazuje úlohu vyžadující schopnost čtení informace z grafu.

TEXT 2: EKOLOGICKÁ VALENCE

Prohlédněte si graf na obr. 2 znázorňující závislost početnosti populací A, B, C na hodnotě určitého ekologického faktoru prostředí (např. na teplotě).



OTÁZKA 2: EKOLOGICKÁ VALENCE

Na základě informací, které jsou zakresleny na obr. 2, rozhodněte a zakroužkujte, zda jsou tvrzení charakterizující populace A, B a C pravdivá:

Když má daný ekologický faktor prostředí hodnotu X, vyskytuje se populace A maximálně, populace B řídce a populace C se v daném prostředí nevyskytuje.	ANO / NE
Míra tolerance ke změnám daného faktoru je u populací A, B, C shodná.	ANO / NE
Populace A má úzkou ekologickou valenci k danému faktoru, může tedy sloužit jako bio-indikátor tohoto faktoru.	ANO / NE

Obrázek 1 Ukázka úlohy zaměřené na čtení z grafů

Zdroj: Mandíková & Houfková, 2012, str. 36

3.1.6 Závěr

Cílem této dílčí studie bylo popsat jaké pojmy a dovednosti z oblasti statistiky si žáci podle RVP v průběhu základního a středoškolského vzdělání mají osvojit, a tím zjistit, jaká by měla být vstupní úroveň statistické gramotnosti studentů nastupujících na obor učitelství přírodopisu/biologie. K tomu bylo nezbytné analyzovat RVP ZV a RVP G.

Z této analýzy pak vyplynulo, že pro rozvoj statistické gramotnosti jsou zásadní zejména tematické okruhy ze vzdělávací oblasti *Matematika a její aplikace* týkající se závislostí, vztahů, práce s daty a argumentace a ověřování. Žák si v rámci těchto okruhů osvojí celou řadu pojmů a schopností (viz tabulka 3 a tabulka 4). Mimo jiné se naučí i schopnostem vyhledat, zpracovat a vyhodnotit data, porovnat soubory dat, určit vztah přímé a nepřímé úměrnosti, vyjádřit vztahy tabulkou a grafem, a v neposlední řadě také vytvořit hypotézy a zdůvodnit jejich pravdivost (RVP ZV, 2016; RVP G, 2013). Tyto schopnosti jsou velmi významné pro rozvoj přírodovědné gramotnosti, neboť dle Strakové (2016) přírodovědně gramotný žák umí vědecky vysvětlovat jevy: rozpoznat, nabízet a hodnotit vysvětlení pro řadu přírodních a technických jevů; hodnotit a navrhovat vědecké zkoumání: popsat a ocenit

vědecký výzkum a navrhnout způsoby, jak vědeckým způsobem odpovídat na otázky; vědecky interpretovat data a vědecké důkazy: analyzovat a hodnotit různě reprezentovaná data, tvrzení a argumenty a vyvozovat správné vědecké závěry (Straková, 2016).

Ze studie vyplývá úzká spojitost mezi znalostmi a dovednostmi, které si mají žáci osvojit v rámci vzdělávací oblasti *Matematika a její aplikace* a schopnostmi, které jsou vyžadovány k nabytí přírodovědné gramotnosti. Tato spojitost je patrná i z Úloh pro rozvoj přírodovědné gramotnosti (Mandiková & Houfková, 2012), které mají za úkol rozvíjet přírodovědnou gramotnost a které vyžadují mimo jiné i schopnosti práce s tabulkami, grafy a číselnými hodnotami.

Lze tedy předpokládat, že mezi přírodovědnou gramotností a statistickou gramotností existuje určitý synergický efekt. Pokud by žáci uplatňovali znalosti a schopnosti nabyté v rámci vzdělávací oblasti *Matematika a její aplikace* i ve výuce přírodopisu/biologie, vedlo by to ke zvýšení přírodovědné gramotnosti.

3.2 Popis stavu znalostí statistických pojmů u studentů učitelství přírodopisu/biologie na vysoké škole.⁹

3.2.1 Cíl

K naplnění výše uvedeného cíle bylo definováno několik výzkumných otázek a hypotéz:

VO 2: Znalí studenti učitelství přírodopisu/biologie učivo kombinatoriky a statistiky ze střední školy?

VO 3: Znalí a umí použít studenti učitelství přírodopisu/biologie statistické pojmy, které jsou obsažené v RVP ZV a RVP G?

H 1: Výsledky testu studentů učitelství přírodopisu/biologie jsou závislé na pohlaví.

H 2: Výsledky testu studentů učitelství přírodopisu/biologie jsou závislé na typu střední školy.

H 3: Mezi statistickými znalostmi studentů učitelství přírodopisu/biologie a jinými přírodovědnými obory existuje statisticky významný rozdíl.

VO 4: Nadhodnocují studenti učitelství přírodopisu/biologie své vlastní znalosti statistických pojmů oproti výsledkům jejich znalostí zjištěných pomocí testu?

VO 5: Mají studenti učitelství přírodopisu/biologie zájem se ve statistice dále vzdělávat?

Cílem, této dílčí studie, je analyzovat stav statistických znalostí studentů učitelství přírodopisu/biologie a jejich vybrané výsledky následně komparovat s ostatními studenty přírodovědných oborů (biologie, demografie, všeobecného lékařství a učitelství matematiky) za účelem zjištění reálného obrazu úrovně statistických znalostí studentů učitelství přírodopisu/biologie.

⁹ Kapitola je založena na článku Hybšové (2016b).

3.2.2 Metodika

Za účelem zodpovězení výzkumných otázek bylo využito kvantitativního výzkumu, konkrétně dotazníkového šetření (podle Chráska, 2016; Gavora, 2010). Navržený dotazník byl ověřen v rámci pilotního šetření a na základě získaných výsledků byl přeformulován do finální podoby. K ověření reliability byl použit koeficient reliability vypočtený split-half metodou (podrobně viz Kline, 1993). Výpočet byl proveden pomocí statistického programu IBM SPSS Statistics 21. V rámci dotazníkového šetření byli osloveni studenti učitelství přírodopisu/biologie vysokých škol v České republice (Univerzita Karlova, Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích, Univerzita Palackého v Olomouci, Masarykova Univerzita v Brně, Ostravská Univerzita). Za účelem porovnání výsledků statistické gramotnosti byli dále osloveni i studenti dalších přírodovědných oborů – studenti všeobecného lékařství, obecné biologie, demografie a učitelství matematiky. Podrobný popis souboru je dostupný v elektronické příloze této dizertační práce.

Dotazník (viz příloha 3) obsahuje čtyři baterie uzavřených otázek: (1) identifikační otázky a otázky týkající se zaměření studenta, (2) otázky týkající se sebehodnocení vlastních znalostí z oblasti statistiky, (3) otázky týkající se další potřeby se ve statistice dále vzdělávat, (4) testové otázky.

(1) Identifikační otázky a otázky týkající se zaměření studenta

Tato baterie otázek slouží zejména jako třídící kritérium. Studenti byli dotazováni na následující otázky (v závorce vždy možnosti odpovědi):

- vysoká škola (Univerzita Karlova, Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích, atd.);
- název studovaného oboru (lékařství, učitelství přírodopisu/biologie, učitelství matematiky, demografie, biologie);
- ročník studia (rozsah 1 až 5);
- pohlaví (0 – muž, 1 – žena);
- typ vystudované střední školy (0 – gymnázium, 1 – jiná střední škola.);
- maturita z matematiky (0 – ne, 1 – ano);
- bavila studenta matematika na střední škole (0 – ne, 1 – ano);
- probíral učivo statistika (0 – ne, 1 – ano);
- probíral učivo kombinatorika (0 – ne, 1 – ano).

K zaznamenávání odpovědí na tyto otázky byl vytvořen záznamový arch (viz Tabulka 5).

Tabulka 5 Ukázka záznamového archu – identifikační otázky a zaměření žáka

VŠ	Obor studia	Ročník	Pohlaví	SŠ	Maturita M	Bavila M	Statistika	Kombinatorika
UK	Lékařství	5	1	Gymnázium	0	0	0	1

(2) Otázky týkající se sebehodnocení vlastních znalostí z oblasti statistiky

Rámcové vzdělávací programy pro základní školy a gymnázia obsahují v předmětu matematika následující pojmy ze statistiky: pravděpodobnost, průměr, aritmetický průměr, modus, medián, směrodatná odchylka, mezikvartilová odchylka, rozptyl, náhodná veličina, relativní četnost, korelační koeficient, kvantil, kvartil a hypotéza (viz RVP ZV, 2016; RVP G, 2013; Hybšová, 2016b).

Za účelem zjištění, zda studenti tyto statistické pojmy znají, měli ohodnotit vlastní znalost těchto výše uvedených 14 statistických pojmů pomocí následující škály:

0 – pojem jsem nikdy neslyšel/a,

1 – pojem jsem slyšel/a, ale nevím, co přesně znamená,

2 – pojem znám a uměl/a bych jej použít.

(3) Otázky týkající se další potřeby se ve statistice dále vzdělávat

V této části dotazníku se studenti vyjadřovali k pěti otázkám:

- zda v průběhu studia na vysoké škole použili statistické metody (0 – ne, 1 – ano);
- zda by využili možnost konzultace se statistikem (0 – ne, 1 – ano);
- zda v průběhu studia na vysoké škole využili nějaký statistický software (0 – ne, 1 – ano) a pokud ano, tak jaký (otevřená otázka);
- zda budou pomocí statistiky zpracovávat data v rámci bakalářské práce (0 – ne, 1 – ano), tato otázka byla určena pouze pro studentům bakalářského studia;
- zda budou pomocí statistiky zpracovávat data v rámci diplomové práce (0 – ne, 1 – ano), tato otázka byla určena pouze pro studenty magisterského studia.

Ročníky bakalářského studia budou označovány jako 1., 2. a 3. ročník a ročníky magisterského studia jako 4. a 5. ročník.

(4) Testové otázky

V rámci statistického testu byly studentům předloženy 4 úlohy, které obsahovaly celkem dvanáct otázek, jejichž potenciální odpovědi byly 4 možnosti – (a) až (d). Poslední variantou byla možnost (e) – „nevím“. Studenti měli zakroužkovat u každé otázky právě jednu odpověď. V případě, že studenti odpověděli správně, do záznamového archu byla zapsána hodnota 1, pokud odpověděli nesprávně, nebo neodpověděli vůbec, byla zapsána hodnota 0. Pokud odpověděli „nevím“, byla jejich odpověď klasifikována jako nesprávná a do záznamového archu byla zapsána hodnota 0.

Tyto otázky testovaly schopnost použít pojmy:

- průměr;
- korelační koeficient;
- směrodatná odchylka;
- relativní četnost;
- mezikvartilová odchylka;
- medián;
- kvartil;
- modus.

Dotazník byl zadán v akademickém roce 2014/2015 vybraným studentům učitelství přírodopisu/biologie a studentům dalších přírodovědných oborů v rámci výuky, což zajistilo vysokou návratnost (95 %). U ostatních oborů nebylo možné zjistit návratnost, neboť byl dotazník rozeslán v elektronické i papírové podobě vyučujícím, kteří jej dále distribuovali svým studentům. Data byla následně zpracována v programu MS Excel a SPSS. K vyhodnocení dotazníku bylo použito základních statistických charakteristik a dvourozměrného třídění znaků.

Dále bylo využito srovnání dvou průměrů pomocí dvouvýběrového t-testu o shodě dvou průměrů s testovým kritériem

$$t = \frac{|\underline{x}_1 - \underline{x}_2|}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}},$$

kde \underline{x}_1 a \underline{x}_2 jsou průměry obou skupin, s_1^2 a s_2^2 jsou rozptyly obou skupin a n_1 a n_2 jsou velikosti skupin. Testové kritérium má studentovo rozdělení (Hindls, Hronová & Seger, 2002). Také je využito testu srovnání dvou relativních četností založeném na testovém kritériu

$$u = \frac{p_1 - p_2}{\sqrt{p(1-p)\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)}},$$

kde

$$p = \frac{x_1 + x_2}{n_1 + n_2}$$

a p_1 je relativní četnost jevu v první skupině a p_2 je relativní četnost jevu v druhé skupině. Testové kritérium má pak normované normální rozdělení (Hindls, Hronová & Seger, 2002).

3.2.3 Výsledky

Aby mohl být dotazník použit, byla nejprve ověřena reliabilita dotazníku. Koeficient reliability vypočtený pomocí split-half metody dotazníku je 0,712. Podle Kline (1993) lze reliabilitu nad 0,7 považovat pro účely dotazníkového šetření za dostatečnou. Vzhledem k tomu, že je tento dotazník dostatečně spolehlivý, budou nyní popsány výsledky tohoto dotazníkového šetření. Nejprve ale bude představen celý soubor a následně soubor studentů učitelství přírodopisu/biologie, kterým bude věnován větší prostor, neboť jsou hlavním předmětem zkoumání.

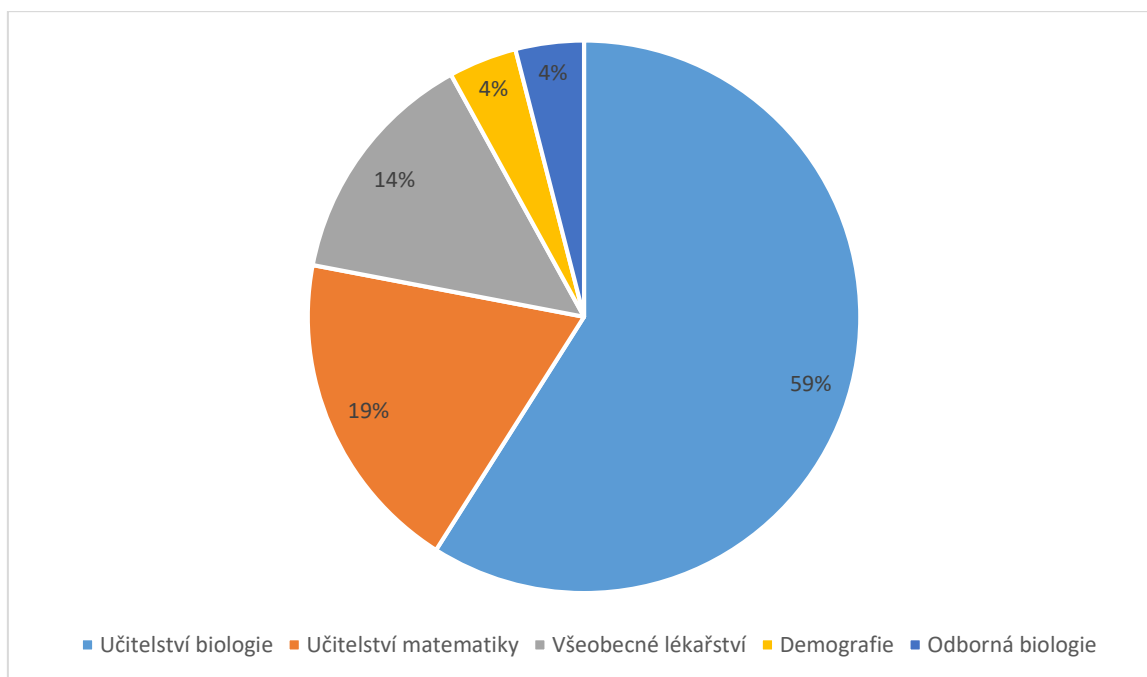
Popis celého souboru respondentů

Výzkumu se zúčastnilo 504 respondentů. Z celkového počtu respondentů bylo 76,2 % žen a 23,8 % mužů. Největší počet respondentů (52,8 %) studuje Univerzitu Karlovu, 22,8 % respondentů studuje Univerzitu Palackého v Olomouci a 20 % studuje Jihočeskou univerzitu

v Českých Budějovicích. Další vysoké školy jsou zastoupeny pouze menším počtem respondentů.

Dle očekávání, které bylo zohledněno již v analýze RVP pro střední školy, největší počet respondentů absolvovalo gymnázium (79 %), ostatní typy středních škol se vyskytovaly pouze u malého počtu respondentů (5 % pedagogická střední škola, 4,5 % obchodní akademie, 2,3 % přírodovědná/ekologická střední škola).

Do výzkumu byli zařazeni studenti různého přírodovědného zaměření – studenti odborné biologie, studenti demografie, studenti učitelství matematiky, studenti všeobecného lékařství a studenti učitelství přírodopisu/biologie. Nejvíce je, vzhledem k zaměření práce, studentů učitelství přírodopisu/biologie. Nejméně pak studentů demografie a biologie (podrobněji viz graf 2).



Graf 2 Struktura respondentů podle studovaného oboru; $n = 504$

Ačkoliv 60 % respondentů uvedlo, že je bavila matematika na střední škole, pouze 40 % respondentů maturovalo z matematiky. Do výzkumu byli zahrnuti studenti různých ročníků. Jejich rozdělení zachycuje tabulka 6.

Tabulka 6 Struktura studentů dle studovaného ročníku vysoké školy, kteří odpověděli na dotazník

Ročníky	Počet	Relativní počet
1.	145	28,8 %
2.	180	35,7 %
3.	84	16,7 %
4.	42	8,3 %
5.	53	10,5 %
Celkem	504	100 %

Popis souboru studentů učitelství přírodopisu/biologie

Jak již bylo řečeno výše, z celkového souboru 504 respondentů, bylo 58,5 % tedy 295 studentů učitelství přírodopisu/biologie. Tato skupina respondentů je hlavním předmětem analýzy, a proto bude nyní blíže popsána. V tomto podsouboru je 20 % mužů a 80 % žen. Více než 72 % studentů učitelství přírodopisu/biologie studovalo gymnázium a pouze 6,4 % střední školu s pedagogickým zaměřením. Více než 25 % studentů učitelství maturovalo z matematiky a 50 % uvádí, že je na střední škole matematika bavila. Nejvíce respondentů (36,3 %) studuje 1. ročník a nejméně magisterské ročníky (oba po 13,2 %). Z druhého ročníku bakalářského studia je 17,6 % a z 3. ročníku 29,7 % respondentů.

Popis výsledků

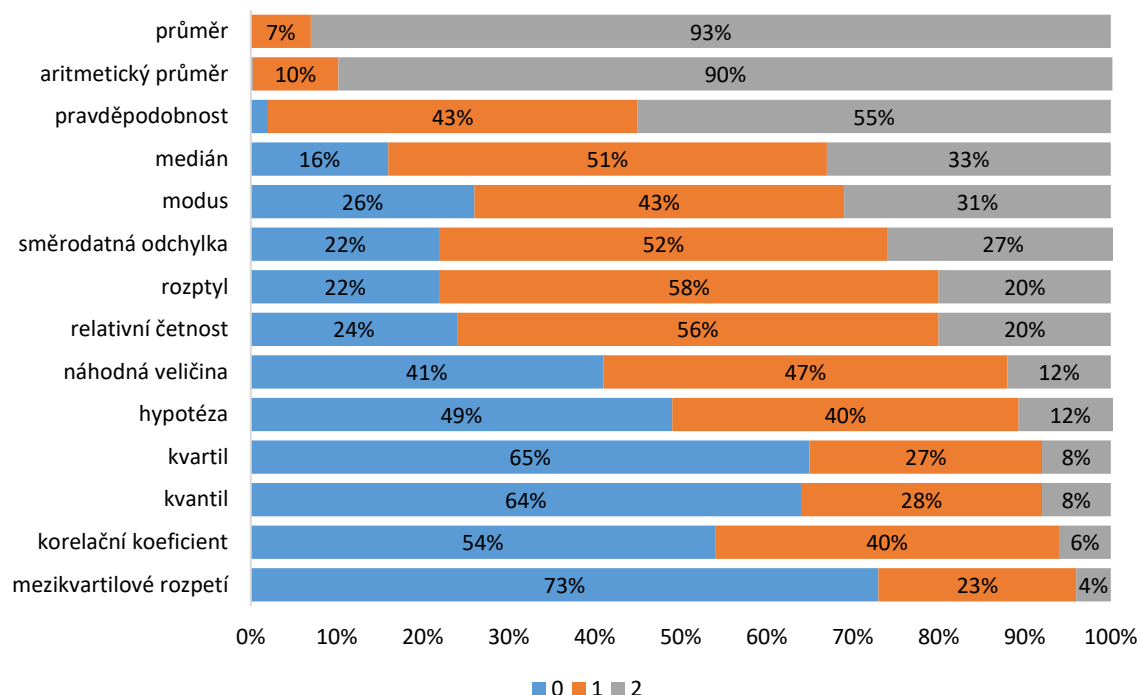
Jak je patrné z tabulky 7, 76 % studentů učitelství přírodopisu/biologie si pamatuje, že na střední škole studovali kombinatoriku a 64 % studentů si pamatuje, že studovali na střední škole statistiku. Pouze 56 % všech respondentů uvádí, že studovali jak kombinatoriku, tak i statistiku.

Tabulka 7 Relativní počet studentů učitelství přírodopisu/biologie, kteří si vybavují, že na střední škole probírali statistiku a/nebo kombinatoriku; $n = 295$

Studovaná témata		Kombinatorika		Součet
		Ne	Ano	
Statistika	Ne	15 %	20 %	35 %
	Ano	8 %	56 %	64 %
Součet		23 %	76 %	100 %

Výsledky studentů učitelství přírodopisu/biologie byly srovnány s výsledky odpovědí studentů ostatních oborů. Více než 85 %* studentů ostatních oborů si vybavuje, že studovali kombinatoriku, 66 % si vybavuje, že studovali statistiku, a 61 %* uvádí, že si jak kombinatoriku, tak i statistiku ze studií na střední škole pamatují. U procent, která jsou označena hvězdičkou, se na základě testu o shodě relativních četností na 5% hladině významnosti liší výsledky od výsledků studentů učitelství přírodopisu/biologie.

Studenti učitelství přírodopisu/biologie byli dále dotazováni, zda znají a umějí použít pojmy, které si měli osvojit na základní a střední škole. Výsledky jejich odpovědí jsou znázorněny v grafu 3.

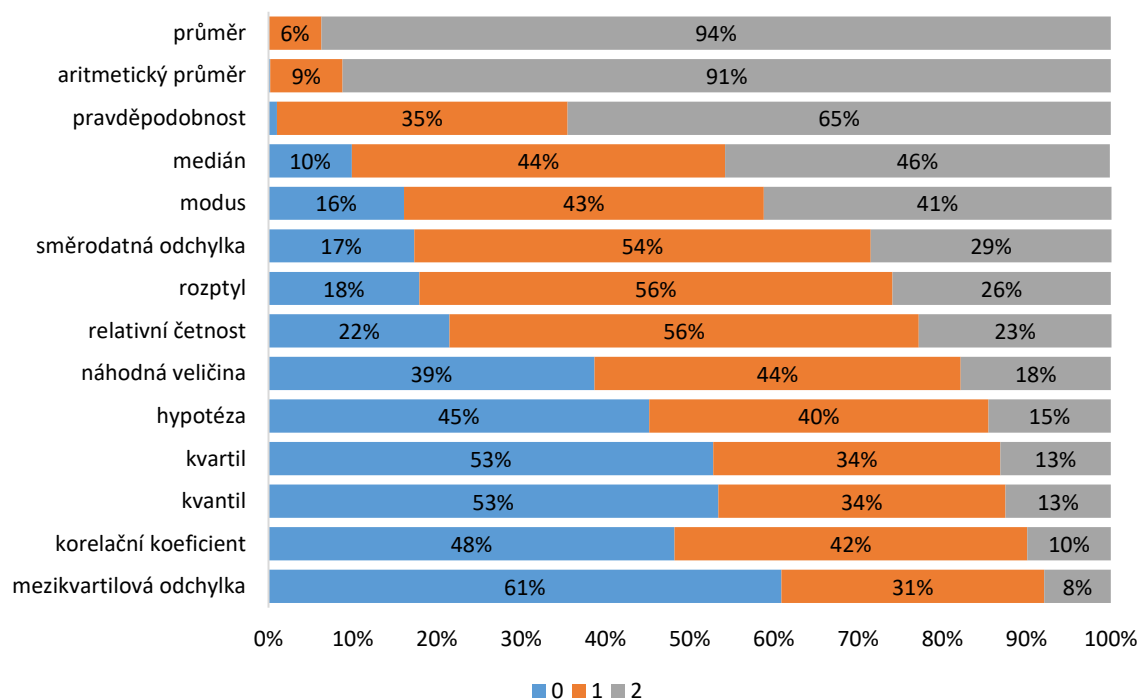


Graf 3 Rozdělení hodnocení vlastních znalostí jednotlivých pojmů (0 - pojem jsem nikdy neslyšel/a; 1 - pojem jsem slyšel/a, ale nevím, co přesně znamená; 2 - pojem znám a umím jej použít) u souboru studentů učitelství přírodopisu/biologie; $n = 295$

Graf 3 popisuje hodnocení vlastních znalostí statistických pojmů studenty učitelství přírodopisu/biologie. Mezi nejznámější pojmy patří průměr a pravděpodobnost, u nichž více než 90 % studentů uvádí, že pojem zná. Naopak nejméně známé pojmy – mezikvartilová odchylka, kvantil a kvartil zná méně než 40 % studentů učitelství přírodopisu/biologie. Modus a medián zná 84 % dotázaných, ale použít jej umí pouze třetina, což je výrazně méně při porovnání s celým souborem (viz graf 4). Při prvním pohledu na graf 4 se zdá, že se pojmy dělí do dvou kategorií, na známé a neznámé, přičemž známé jsou průměr, včetně aritmetického, a pravděpodobnost a neznámé jsou všechny ostatní (pojem znám a umím použít – odpovědělo méně než 50 %).

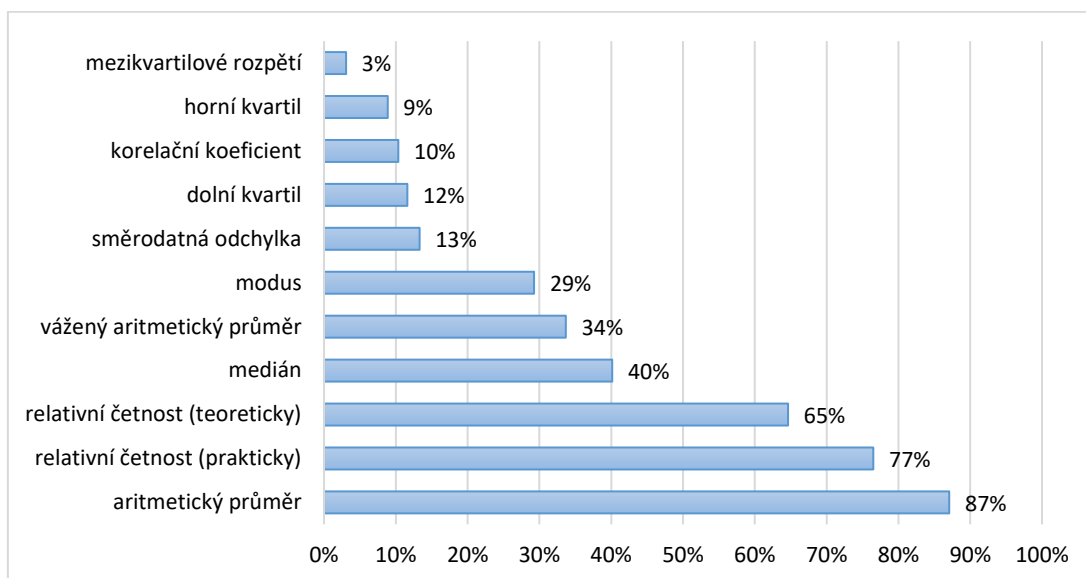
Z grafu 4 vyplývá, že se 94 % z celkového souboru studentů domnívá, že zná a umí použít průměr. Již menší počet studentů, tj. 91 %, uvádí, že zná a umí použít aritmetický průměr. Další pojmy už jsou výrazně méně známé. Pojem pravděpodobnost zná téměř 99 % studentů, umí jej použít pouze 65 %. Medián a modus zná téměř 90 % dotázaných studentů, ale méně

než polovina je umí použít. Nejméně známými a osvojenými pojmy jsou pojmy mezikvartilová odchylka, korelační koeficient, kvantil a kvartil, které zná a umí použít méně než 13 % studentů.



Graf 4 Rozdělení hodnocení vlastních znalostí jednotlivých pojmů (0 - pojem jsem nikdy neslyšel/a; 1 - pojem jsem slyšel/a, ale nevím, co přesně znamená; 2 - pojem znám a uměl/a bych jej použít) u souboru studentů všech oborů; n = 504

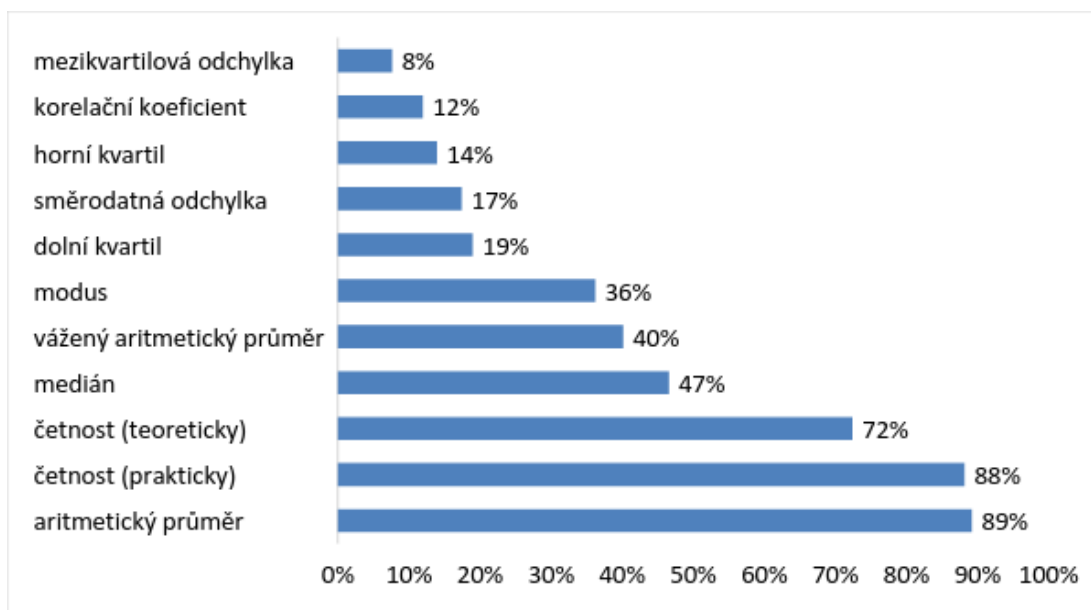
K ověření znalostí základních statistických pojmů byl studentům učitelství přírodopisu/biologie předložen test. Procenta správných odpovědí u jednotlivých pojmů shrnuje graf 5.



Graf 5 Podíl správných odpovědí u jednotlivých otázek testu u studentů učitelství přírodopisu/biologie; $n = 295$

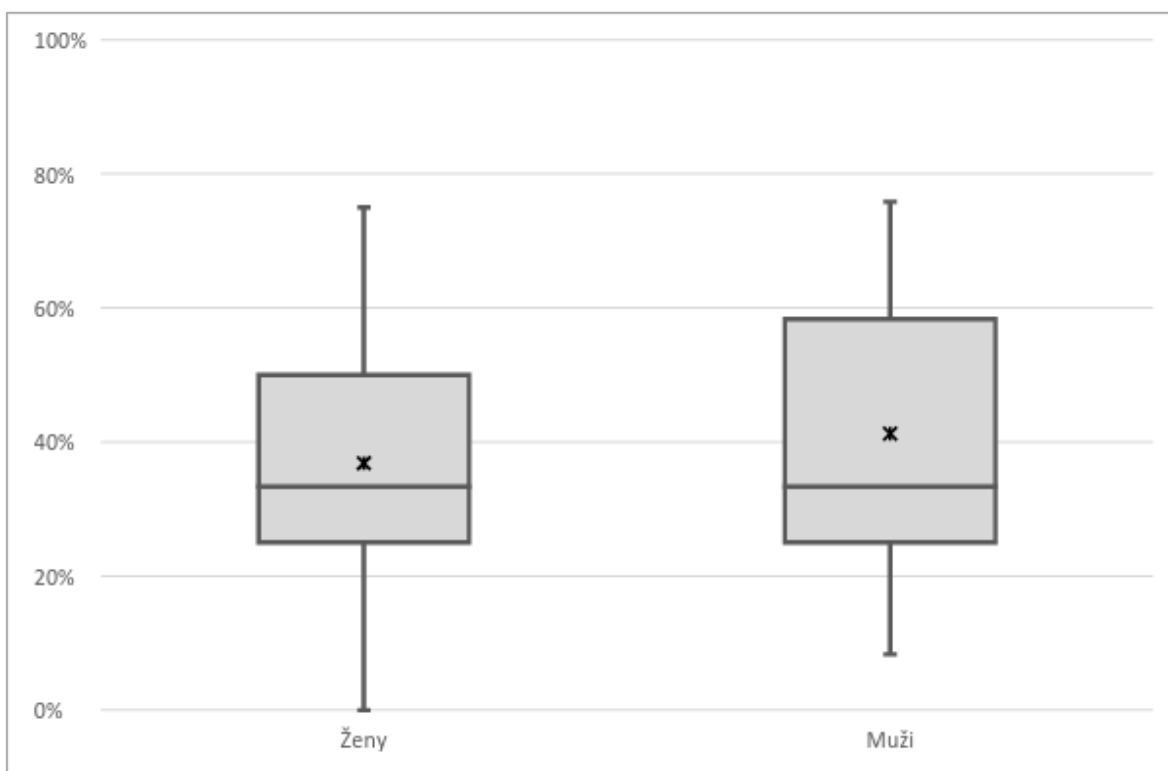
Nejlépe dopadl výpočet aritmetického průměru, který správně spočítalo 87 % studentů učitelství přírodopisu/biologie. Dále byli studenti úspěšní i u praktického výpočtu četností (77 %). Nižší úspěšnost měl výpočet mediánu (40 %) a modu (29 %). Velmi nízkou míru úspěšnosti (34 %) měl i příklad ověřující schopnost vypočítat vážený aritmetický průměr. Méně než deset procent studentů správně vypočítalo korelační koeficient, horní kvartil a mezikvartilovou odchylku.

Graf 6 znázorňuje míru správných odpovědí v testu celého souboru – tedy všech dotazovaných studentů. Nejlépe si studenti poradili s výpočtem aritmetického průměru a relativních četností, u kterých byla úspěšnost větší než 50 %. Naopak nejhůře dopadl výpočet mezikvartilové odchylky, korelačního koeficientu, obou kvartilů i směrodatné odchylky, u kterých byla míra úspěšnosti nižší než 20 %.



Graf 6 Podíl správných odpovědí u jednotlivých otázek testu u studentů všech oborů; $n = 504$

Graf 7 znázorňuje rozdělení úspěšnosti studentů učitelství přírodopisu/biologie v testu podle pohlaví. Ženy průměrně odpověděly správně na 36,8 % testových úloh a muži na 41,2 % testových úloh. Na základě testu o shodě průměrů lze na 5% hladině významnosti říci, že nejsou tyto výsledky statisticky významně odlišné (p -value 0,1420).

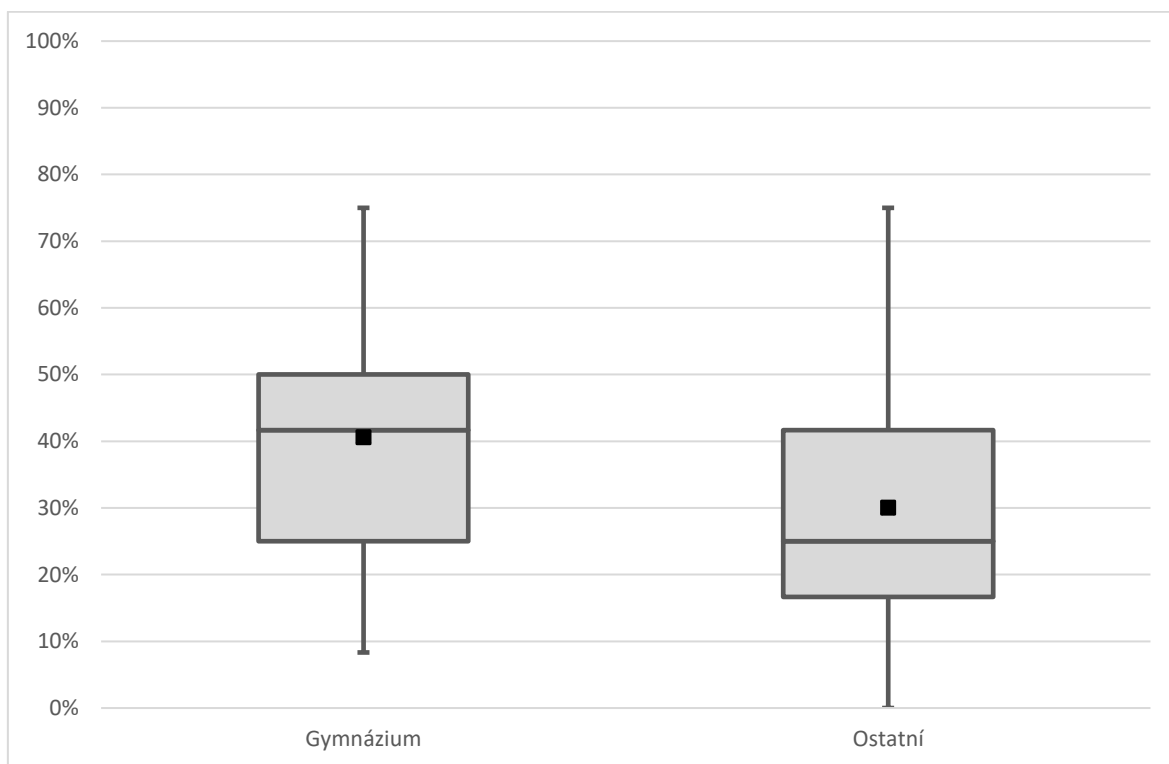


Graf 7 Srovnání rozdělení úspěšnosti v testu podle pohlaví, hvězdička znázorňuje průměr, pruh uprostřed krabice znázorňuje medián, body na konci úseček znázorňují 5% a 95% kvantil; $n = 295$

Variabilita výsledků žen je vyšší než u mužů, přičemž jsou mezi ženami takové, které nezodpověděly správně ani jednu otázku. Medián je pro obě pohlaví shodný, 33 %. To znamená, že právě polovina respondentů zodpověděla třetinu nebo více testových otázek správně.

Ani u celého souboru se neprokázala statisticky významná odlišnost výsledku testu mezi oběma pohlavími (p -value 0,2154).

Grafické srovnání rozdělení úspěšnosti v testu podle typu střední školy nabízí graf 8. Studenti učitelství přírodopisu/biologie s gymnaziálním vzděláváním průměrně správně zodpověděli 41,6 % otázek a studenti ostatních typů středních škol pouze 30 % otázek. Na základě testu o shodě průměrů lze na 5% hladině významnosti říci, že jsou tyto výsledky statisticky odlišné (p -value 0,000). Znamená to, že v testu byli úspěšnější absolventi gymnázií.



Graf 8 Srovnání rozdělení úspěšnosti v testu podle typu střední školy, hvězdička znázorňuje průměr, pruh uprostřed krabičky znázorňuje medián, body na konci úseček znázorňují 5% a 95% kvantil; $n = 295$

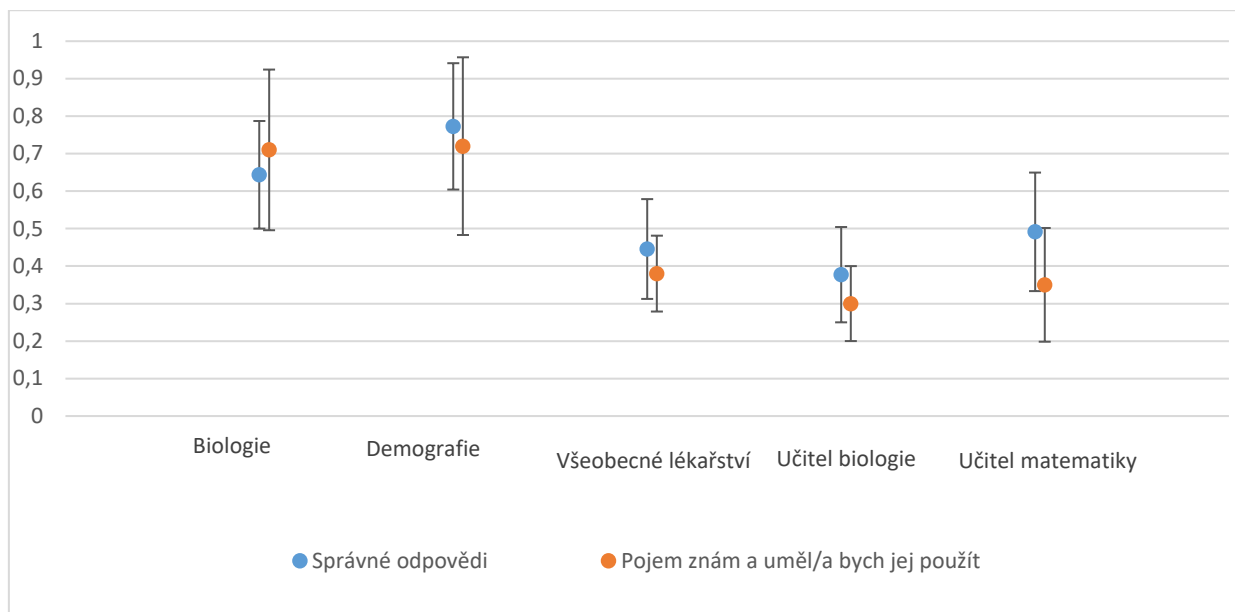
V rozdělení úspěšnosti testů se neliší pouze průměry, ale i mediány rozdělení. U absolventů gymnázií je medián 41,7 % a u absolventů ostatních středních škol 25,0 %.

Závislost výsledku testu na typu střední školy se ukazuje i při porovnání všech 504 studentů dle typu střední školy (p -value 0,000).

Nejnižší sebevědomí týkající se znalostí pojmů statistiky mají studenti učitelství přírodopisu/biologie a matematiky. Naopak vysoké sebevědomí mají studenti biologie a demografie, viz graf 9. V testu znalostí dopadli nejhůře studenti učitelství přírodopisu/biologie a medicí. Největší procento správných odpovědí pak měli studenti biologie a demografie. Studenti medicíny, biologie a demografie své schopnosti ani nepřecenili, ani nepodcenili. Studenti učitelství přírodopisu/biologie a matematiky své znalosti statisticky významně podhodnotili.

Při bližším porovnání studentů jednotlivých typů oborů je zřejmé, že učitelé dopadli v testu hůře než ostatní. Statisticky významně se liší průměr studentů učitelství přírodopisu/biologie

od studentů učitelství matematiky, biologie i studentů demografie. Odlišnost od studentů všeobecného lékařství je statisticky nevýznamná.



Graf 9 Srovnání průměrného počtu správných odpovědí v testu a průměrného počtu správných odpovědí Pojem znám a uměl/a bych jej použít (v %), body na konci úseček znázorňují dolní a horní kvartil; n = 504

Při srovnání grafů 4 a 6 vyplývá otázka, zda studenti své znalosti pojmů a schopnosti vypočítat jednotlivé statistické hodnoty nadhodnocují nebo naopak podhodnocují. Toto srovnání nabízí tabulky 8–16.

Tabulka 8 Srovnání odpovědí v testu a sebehodnocením vlastní znalosti – pojem Relativní četnost

Pojem: Relativní četnost						
Všechny obory				Učitelství přírodopisu/biologie		
Znalost pojmu	Spočítal/a		Celkem	Znalost pojmu	Spočítal/a	
	Správně	Špatně			Správně	Špatně
Nezná	10 %	12 %	21 %	Nezná	10 %	15 %
Zná, ale neumí jej použít	38 %	18 %	56 %	Zná, ale neumí jej použít	37 %	19 %
Zná a umí jej použít	20 %	3 %	23 %	Zná a umí jej použít	16 %	3 %
Celkem	67 %	33 %	100 %	Celkem	63 %	37 %

Tabulka 8 znázorňuje odpovědi studentů na zhodnocení vlastní znalosti pojmu Relativní četnost a jejich odpovědi v testu. Studenti učitelství přírodopisu/biologie zhodnotili, že pojem znají, ale neumí jej použít (56 %), navzdory tomu na otázku výpočtu relativní četnosti v testové části následně odpovědělo 37 % správně a pouze 19 % špatně (což je v rámci skupiny poměr přibližně 2:1). Znamená to, že ačkoliv studenti učitelství přírodopisu/biologie nevěřili, pojem umějí použít. Velmi obdobná situace platí i u studentů všech ostatních oborů.

Z tabulky 9 vyplývá, že pojem Aritmetický průměr je studentům známý a studenti si myslí, že jej umí použít. Navzdory tomu je v obou skupinách míra úspěšnosti v testu nižší – 88 % u všech a 86 % u studentů učitelství přírodopisu/biologie.

Tabulka 9 Srovnání odpovědí v testu a sebehodnocením vlastní znalosti – pojem Aritmetický průměr

Pojem: Aritmetický průměr						
všechny obory				učitelství přírodopisu/biologie		
Znalost pojmu	Spočítal/a		Celkem	Znalost pojmu	Spočítal/a	
	Správně	Špatně			Správně	Špatně
Nezná	0 %	0 %	0 %	Nezná	0 %	0 %
Zná, ale neumí jej použít	5 %	1 %	6 %	Zná, ale neumí jej použít	7 %	1 %
Zná a umí jej použít	83 %	11 %	94 %	Zná a umí jej použít	80 %	13 %
Celkem	88 %	12 %	100 %	Celkem	87 %	13 %

Pojem Vážený aritmetický průměr (viz tabulka 10) je mezi studenty také známý. Studenti učitelství přírodopisu/biologie uvádějí, že 93 % z nich pojem zná a umí jej použít. Navzdory tomu je úspěšnost výpočtu Váženého aritmetického průměru výrazně nižší. 66 % učitelů biologie a 59 % všech studentů vypočítalo v testu pojem špatně.

Tabulka 10 Srovnání odpovědí v testu a sebehodnocením vlastní znalosti – pojem Vážený aritmetický průměr

Pojem: Vážený aritmetický průměr						
Všechny obory				Učitelství přírodopisu/biologie		
Znalost pojmu	Spočítal/a		Celkem	Znalost pojmu	Spočítal/a	
	Správně	Špatně			Správně	Špatně
Nezná	0 %	0 %	0 %	Nezná	0 %	0 %
Zná, ale neumí jej použít	2 %	7 %	8 %	Zná, ale neumí jej použít	2 %	6 %
Zná a umí jej použít	39 %	52 %	91 %	Zná a umí jej použít	32 %	61 %
Celkem	41 %	59 %	100 %	Celkem	34 %	66 %

Pojem Modus zná 73 % studentů učitelství přírodopisu/biologie, přičemž 30 % studentů učitelství přírodopisu/biologie uvádí, že pojem umí vypočítat. Pouze tři pětiny z nich však byly v testové otázce na výpočet modu úspěšné. Poněkud lépe na tom byla skupina všech studentů, ze které uvedlo 84 %, že pojem znají. Ze 41 % těch, co uvedli, že pojem znají a umějí jej vypočítat, jej tři čtvrtiny spočítaly správně. Zde je patrné výrazné nadhodnocení vlastních znalostí oproti výsledku testu u obou skupin (viz tabulka 11).

Tabulka 11 Srovnání odpovědí v testu a sebehodnocení vlastní znalosti – pojem Modus

Pojem: Modus						
Všechny obory				Učitelství přírodopisu/biologie		
Znalost pojmu	Spočítal/a		Celkem	Znalost pojmu	Spočítal/a	
	Správně	Špatně			Správně	Špatně
Nezná	1 %	15 %	16 %	Nezná	2 %	25 %
Zná, ale neumí jej použít	12 %	31 %	43 %	Zná, ale neumí jej použít	10 %	33 %
Zná a umí jej použít	31 %	11 %	41 %	Zná a umí jej použít	18 %	12 %
Celkem	43 %	57 %	100 %	Celkem	30 %	70 %

Více než 84 % studentů učitelství přírodopisu/biologie a 90 % všech studentů tvrdí, že pojem modus zná (viz tabulka 12). I úspěšnost výpočtu modu u studentů, kteří uvádí, že pojem znají a umějí jej vypočítat je poměrně velká. Z tabulky je také patrné, že je část studentů, kteří uvádí, že pojem znají, ale neumí jej vypočítat, kteří nakonec pojem v testu správně vypočítali (14 % u obou skupin).

Tabulka 12 Srovnání odpovědí v testu a sebehodnocení vlastní znalosti – pojem Medián

Pojem: Medián						
Všechny obory				Učitelství přírodopisu/biologie		
Znalost pojmu	Spočítal/a		Celkem	Znalost pojmu	Spočítal/a	
	Správně	Špatně			Správně	Špatně
Nezná	1 %	9 %	10 %	Nezná	1 %	15 %
Zná, ale neumí jej použít	14 %	30 %	44 %	Zná, ale neumí jej použít	14 %	38 %
Zná a umí jej použít	39 %	7 %	46 %	Zná a umí jej použít	23 %	8 %
Celkem	54 %	46 %	100 %	Celkem	39 %	61 %

Pojem směrodatná odchylka zná 79 % studentů učitelství přírodopisu/biologie, ale pouze 26 % uvádí, že jej dovede i vypočítat. Správně jej vypočítalo ale pouze 13 % studentů učitelství

přírodopisu/biologie (viz tabulka 13). Studenti své znalosti u tohoto pojmu výrazně nadhodnocují.

Tabulka 13 Srovnání odpovědí v testu a sebehodnocení vlastní znalosti – pojem Směrodatná odchylka

Pojem: Směrodatná odchylka							
Všechny obory				Učitelství přírodopisu/biologie			
Znalost pojmu	Spočítal/a		Celkem	Znalost pojmu	Spočítal/a		Celkem
	Správně	Špatně			Správně	Špatně	
Nezná	1 %	16 %	17 %	Nezná	1 %	21 %	22 %
Zná, ale neumí jej použít	6 %	49 %	55 %	Zná, ale neumí jej použít	6 %	47 %	53 %
Zná a umí jej použít	10 %	18 %	28 %	Zná a umí jej použít	6 %	19 %	26 %
Celkem	17 %	83 %	100 %	Celkem	13 %	87 %	100 %

Pojem kvartil je pro studenty neznámý (viz tabulka 14). Pouze 4 % studentů učitelství přírodopisu/biologie uvedlo, že pojem znají a umějí jej použít. Zde se obě skupiny liší, neboť úspěšnost správného výpočtu je v celé skupině vyšší než u studentů učitelství přírodopisu/biologie.

Tabulka 14 Srovnání odpovědí v testu a sebehodnocení vlastní znalosti – pojem Kvartil

Pojem: Kvartil							
Všechny obory				Učitelství přírodopisu/biologie			
Znalost pojmu	Spočítal/a		Celkem	Znalost pojmu	Spočítal/a		Celkem
	Správně	Špatně			Správně	Špatně	
Nezná	4 %	49 %	53 %	Nezná	2 %	72 %	73 %
Zná, ale neumí jej použít	8 %	26 %	34 %	Zná, ale neumí jej použít	0 %	23 %	23 %
Zná a umí jej použít	7 %	5 %	13 %	Zná a umí jej použít	1 %	2 %	4 %
Celkem	20 %	80 %	100 %	Celkem	3 %	97 %	100 %

Z tabulky 16 je patrné, že pojem Mezikvartilová odchylka mezi studenty není příliš známý – nezná jej 65 % studentů učitelství přírodopisu/biologie. Ze 7 % studentů učitelství přírodopisu/biologie, kteří uvádějí, že pojem znají a umí jej použít, jej správně vypočítala pouze polovina. Toto nadhodnocení vlastních znalostí je větší u všech studentů, kde ačkoliv 8 % z nich uvádí, že pojem zná a umí jej použít, tak pouze 3 % vypočítali pojem správně a zbývajících 5 % jej vypočítalo špatně (viz tabulka 15).

Tabulka 15 Srovnání odpovědí v testu a sebehodnocení vlastní znalosti – pojem Mezikvartilová odchylka

Pojem: Mezikvartilová odchylka						
Všechny obory				Učitelství přírodopisu/biologie		
Znalost pojmu	Spočítal/a		Celkem	Znalost pojmu	Spočítal/a	
	Správně	Špatně			Správně	Špatně
Nezná	2 %	59 %	61 %	Nezná	4 %	61 %
Zná, ale neumí jej použít	3 %	28 %	31 %	Zná, ale neumí jej použít	4 %	23 %
Zná a umí jej použít	3 %	5 %	8 %	Zná a umí jej použít	3 %	5 %
Celkem	8 %	92 %	100 %	Celkem	11 %	89 %

Pojem Korelační koeficient zná přibližně polovina studentů – 51 % všech a 45 % studentů učitelství přírodopisu/biologie (viz tabulka 16). Pouze malá část z nich uvádí, že pojem umí použít, z čehož vyplývá i velmi malá míra úspěšnosti v testu – 12 % u všech studentů a 10 % u studentů učitelství přírodopisu/biologie. Zajímavostí může být přibližně 10 % studentů ze studentů, kteří korelační koeficient neznají (celkově i mezi studenty učitelství), přesto ho však správně spočítají.

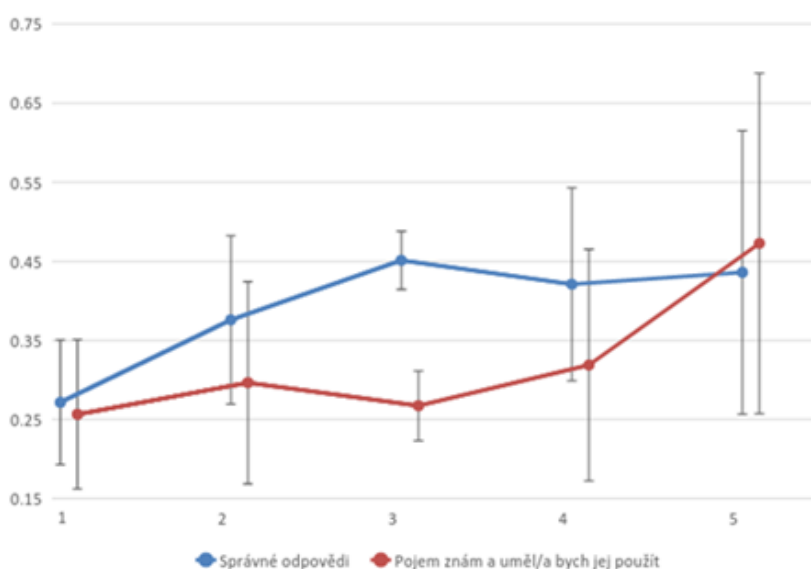
Tabulka 16 Srovnání odpovědí v testu a sebehodnocení vlastní znalosti – pojem Korelační koeficient

Pojem: Korelační koeficient						
Všechny obory				Učitelství přírodopisu/biologie		
Znalost pojmu	Spočítal/a		Celkem	Znalost pojmu	Spočítal/a	
	Správně	Špatně			Správně	Špatně
Nezná	4 %	44 %	49 %	Nezná	6 %	49 %
Zná, ale neumí jej použít	5 %	37 %	42 %	Zná, ale neumí jej použít	4 %	36 %
Zná a umí jej použít	3 %	7 %	9 %	Zná a umí jej použít	1 %	5 %
Celkem	12 %	88 %	100 %	Celkem	10 %	88 %

Z tabulek 8–16 vyplývá, že se studenti učitelství přírodopisu/biologie nadhodnocují ve schopnosti vypočítat průměr, směrodatnou odchylku, mezikvartilovou odchylku, medián a modus. Naopak se statisticky významně podhodnocují u výpočtu relativní četnosti. Statisticky nevýznamný rozdíl mezi očekáváním studentů a výsledkem testu byl zjištěn pouze u korelačního koeficientu a kvartilu.

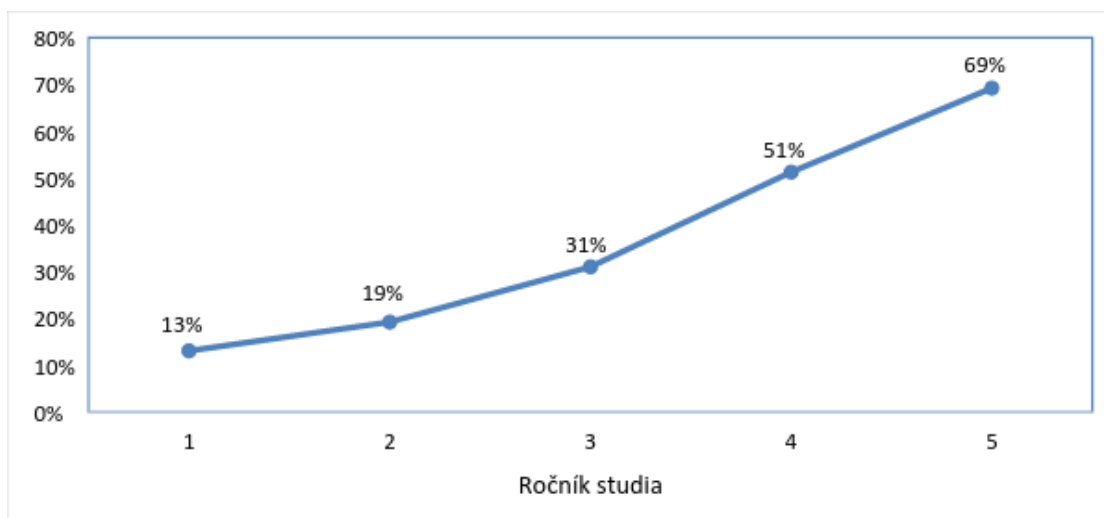
Za povšimnutí stojí i srovnání očekávaných znalostí a reálných schopností podle jednotlivých ročníků studia, viz graf 10. Zatím co v prvním ročníku je úroveň obou měr

nížká a studenti se ani nepodhodnocují, ani nenadhodnocují, ve 2., 3. a 4., ročníku se výrazně podhodnocují. Míra znalostí roste mezi prvním a druhým rokem studia, míra očekávaných znalostí roste až ve čtvrtém a pátém ročníku. V pátém ročníku se pak opět obě míry vyrovnají a studenti se opět ani nepodhodnocují, ani nenadhodnocují. V prvním ročníku studenti znají a umí použít 26 % pojmů a v pátém ročníku 46 % pojmů.



Graf 10 Srovnání průměrného počtu správných odpovědí a průměrného počtu odpovědí "Pojem znám a uměl/a bych jej použít" (vyjádřeno relativně) studentů učitelství přírodopisu/biologie, bod na konci úseček znázorňují horní a dolní kvartil; $n = 295$

V průběhu studia již využilo statistické metody pouze 30 % studentů učitelství přírodopisu/biologie. Toto souhrnné číslo rozvádí graf 11, který ukazuje rozložení využívání statistických metod podle ročníku studia.



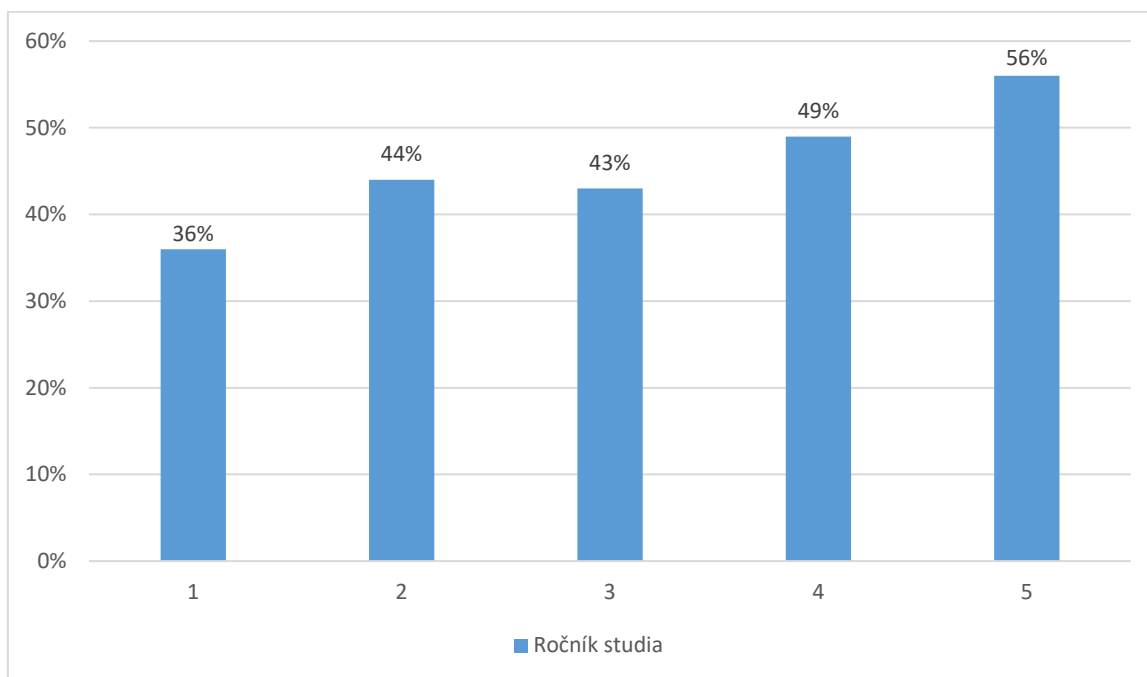
Graf 11 Podíl studentů učitelství přírodopisu/biologie využívajících statistické metody dle ročníku studia; $n = 295$

S tím souvisí i fakt, že 52 % studentů plánuje využít nebo využilo statistické metody při psaní bakalářské práce a 75 % studentů při psaní práce diplomové. Rozdělení podle studovaného ročníku je uvedeno v tabulce 17. Za zmínku stojí snižující se relativní četnost u bakalářských ročníků. Tento sestupný trend lze vnímat jako určitou ztrátu iluzí o budoucím využití statistiky v bakalářské práci nebo odklon od kvantifikovatelných témat k tématům rešeršním, popisným nebo jiným.

Tabulka 17 Relativní podíl studentů biologie, kteří plánují ve své bakalářské/diplomové práci pomocí statistiky zpracovávat data

Práce	Ročník	Relativní četnost
Bakalářská	1.	56 %
	2.	48 %
	3.	34 %
Diplomová	4.	72 %
	5.	79 %

Studenti učitelství přírodopisu/biologie byli dále dotazováni na to, zda by využili možnost konzultace se statistikem. Téměř 42 % uvedlo, že by této možnosti využili. Graf 12 znázorňuje rozdělení studentů, kteří v dotazníku uvedli, že by využili konzultace se statistikem podle studovaného ročníku.



Graf 12 Podíl studentů učitelství přírodopisu/biologie, kteří by využili možnost konzultace se statistikem podle ročníku studia; $n = 295$

Software při zpracování dat využívá pouze 55 % studentů. Z nich 87 % využívá MS Excel, v menší míře je využíváno i CANOCO (7 %), SPSS (3 %), R (2 %) a další.

3.2.4 Shrnutí výsledků

Tato subkapitola shrnuje výsledky analýzy úrovně statistických znalostí studentů podle dílčích výzkumných otázek.

VO 2: Znájí studenti učitelství přírodopisu/biologie učivo kombinatoriky a statistiky ze střední školy?

Pouze 76 % studentů učitelství přírodopisu/biologie si pamatuje, že probírali kombinatoriku na střední škole a pouze 64 % si pamatuje, že probírali statistiku. Tento fakt může být vysvětlen tím, že je kombinatorika a následně po ní statistika vyučována až ve čtvrtém ročníku středních škol (RVP G, 2013). Je tedy pravděpodobné, že se mnoho studentů věnuje povinným maturitním předmětům a nevěnují pozornost matematice. Ale 25 % studentů učitelství přírodopisu/biologie také uvedlo, že z matematiky maturovalo. Je tedy možné, že kombinatoriku a statistiku nepovažují za důležitou a jí nevěnují tolik pozornosti a pojmy,

které si osvojili, brzy zapomenou. Právě povinnost maturovat z matematiky je v poslední době velmi diskutována v souvislosti s novelou školského zákona (Školský zákon 561/2004 Sb., 2016). Lze předpokládat, že zavedením povinné maturitní zkoušky z matematiky zlepši stav statistické gramotnosti studentů. Je však velmi sporné, zda bez změny metod a forem výuky matematiky bude mít toto opatření pozitivní vliv i na přírodovědnou gramotnost.

Skutečnost, že je statistika poslední probíranou látkou ve čtvrtém ročníku na střední škole, vysvětluje nízké procento studentů, kteří uvádějí, že si pamatují, že tuto látku v hodinách matematiky probírali. Je dokonce možné, že se tato látka často ani nestihne probrat, neboť se žáci připravují na maturitu. U studentů, kteří nematurují z matematiky, je pak pozornost upřena především na maturitní předměty a statistika, jako poslední téma v matematice, tak upozaděna. Pokud se ale žáci a studenti v průběhu vzdělávání na základních a středních školách neseznámí se základními statistickými pojmy, je pak velice těžké odhadnout vstupní míru znalostí pro úvodní kurz statistiky na vysoké škole. A to hlavně pokud je tato úroveň variabilní, tedy od studentů, kteří si neosvojili žádné pojmy až po ty, kteří si osvojili všechny pojmy podle RVP.

VO 3: Znájí a umí použít studenti učitelství přírodopisu/biologie statistické pojmy, které jsou obsažené v RVP ZV a RVP G?

Sebehodnocení vlastních znalostí vypovídá i o sebedůvěře studentů v daném oboru. Studenti učitelství přírodopisu/biologie si evidentně ve statistice příliš nevěří, neboť se hodnotili velice kladně pouze svou znalost průměrů. U dalších pojmů si studenti už tak jistí nejsou. Pojmy relativní četnost, náhodná veličina, hypotéza, kvantil, kvartil, korelační koeficient a mezikvartilová odchylka zná a umí vypočítat méně než čtvrtina dotázaných studentů učitelství přírodopisu/biologie.

Skutečnost, že existuje rozdíl v hodnocení vlastních znalostí u pojmů průměr a aritmetický průměr, ačkoliv jde fakticky o tentýž pojem, svědčí o nejistotě studentů. Někteří studenti se zřejmě zalekli slova „aritmetický“ a ohodnotili svoje znalosti nižším bodem škály. Dále z výsledků vyplývá, že pojmy, které spolu úzce souvisí, jsou studentům přibližně stejně známé a studenti je umí vypočítat. Například medián a modus, jsou dvě míry polohy, které jsou zpravidla vysvětlovány zároveň, a zná a umí je vypočítat přibližně 40 % respondentů. Směrodatnou odchylku a rozptyl zná a umí vypočítat 29 % a 26 % respondentů, kvantil a

kvartil shodně 13 % respondentů. Dalo by se usoudit, že pokud tedy probírali na základní a střední škole, což vyplývá z analýzy RVP (viz kapitola 3.1), míry polohy (průměr, modus, medián) nebo základní míry variability (směrodatná odchylka a rozptyl), pojmy si pamatují a umí je použít.

Ačkoliv rámcové vzdělávací programy pro základní školy a gymnázia (RVP ZV, 2016; RVP G, 2013) obsahují tyto statistické pojmy a studenti na vysokých školách by s nimi měli být již dávno seznámeni, podle výsledku testu je zřejmé, že tomu tak není (viz graf 5). Studenti učitelství přírodopisu/biologie téměř neznají pojmy směrodatná odchylka, dolní a horní kvartil, korelační koeficient a mezikvartilová odchylka, ty zvládlo vypočítat méně než 15 % studentů učitelství přírodopisu/biologie. Ani výpočet modu a mediánu, kde byla úspěšnost nižší než 50 %, nevypovídá o znalosti a schopnosti oba pojmy použít. Alarmující je, že prostý aritmetický průměr vypočítalo 87 %, ale vážený aritmetický průměr pouze 34 % studentů učitelství přírodopisu/biologie.

Výsledky testů nejsou ovlivněny pohlavím studentů učitelství přírodopisu/biologie, ale jsou závislé na typu střední školy. Rozdílné výsledky v testu vykazují absolventi gymnázií v porovnání s absolventy ostatních středních škol. Lepší výsledky absolventů gymnázií mohou být zapříčiněny různými faktory. Jedním z nich může být i vyšší časová dotace věnovaná předmětu matematika a volitelnými předměty vycházející z této vzdělávací oblasti.

Studenti učitelství (biologie i matematiky) podhodnotili své znalosti a v testu dopadli lépe, než očekávali. Lze jen spekulovat o tom, proč si budoucí učitelé tak málo věří a jakým způsobem by bylo vhodné jejich sebedůvěru zvýšit. Bohužel i v testu znalostí je patrné, že studenti učitelství přírodopisu/biologie zaostávají oproti ostatním oborům. Rozdíl mezi výsledky učitelů biologie a biology lze vysvětlit rozdílnými kurikuly. Hybšová & Leppink (2015a) porovnali kurikula z hlediska výuky statistiky oborů Biologie a Učitelství přírodopisu/biologie na Univerzitě Karlově a zjistili značné rozdíly v rozsahu výuky statistiky, což může i nemusí být příčinnou rozdílných výsledků. Jedním z uvedených příkladů je fakt, že studenti biologie mají nejen přednášky, ale i praktika na počítačích. Dalším důvodem je i větší množství volitelných kurzů týkajících se výzkumu a statistických metod.

Odlišnosti mezi znalostmi studentů učitelství přírodopisu/biologie a studenty ostatních oborů lze vysvětlit i velikým rozdílem podílu maturantů z matematiky v obou těchto skupinách. Zatímco mezi studenty učitelství přírodopisu/biologie je pouze 25 % těch, kteří maturovali z matematiky, u ostatních oborů je tento podíl 40 %.

VO 4: Nadhodnocují studenti učitelství přírodopisu/biologie své vlastní znalosti statistických pojmů oproti výsledkům jejich znalostí zjištěných pomocí testu?

Mezi výsledky testu a hodnocením vlastních znalostí existuje statisticky významná korelace. Znamená to, že studenti poměrně reálně odhadovali svoje znalosti a schopnosti. Z tabulek 8-16 lze vyčíst rozdíly mezi výsledkem testu a očekáváními.

Studenti učitelství přírodopisu/biologie neznají pojmy korelační koeficient a kvartil, tomu i odpovídá výsledek testu, kde se prokázalo, že tyto hodnoty neumějí vypočítat. U těchto dvou pojmů byly rozdíly mezi pocitem studentů, že pojem znají a umějí vypočítat, a výsledkem testu, statisticky nevýznamné, přesto jsou obě míry velice nízké. Lze předpokládat, že se s těmito pojmy v průběhu studia setkala pouze malé množství studentů, a z toho důvodu ani nepředpokládali, že by mohli jejich hodnoty spočítat.

Absolutním opakem jsou pojmy průměr, směrodatná odchylka, relativní četnost, medián a modus. Studenti u těchto pojmů ve velké míře uvádí, že pojmy znají a umějí je použít. V testových příkladech je však míra úspěšnosti nižší než míra předpokladu studentů, že pojem znají a umějí jej použít. U těchto pojmů studenti statisticky významně nadhodnotili své schopnosti. Lze předpokládat, že studenti tyto pojmy znají, slyšeli je, ale nejsou schopni je vypočítat, popřípadě nerozumí těmto pojmům zcela dobře. Jediný pojem, u kterého studenti podhodnotili své schopnosti, je pojem relativní četnost. V testu byl pojem relativní četnost zakomponován do tří otázek (dvou praktických úloh a jedné teoretické), úspěšnost teoretické byla významně nižší než dvou praktických. Hlavním důvodem bude zřejmě jednoduchost tohoto konceptu a neznalost jeho názvu. Je pravděpodobné, že si studenti nevybavili, co přesně pojem relativní četnost znamená, a zhodnotili, že ji neumí vypočítat. U praktických příkladů, kde šlo o výpočet relativních četností, ale nebylo použito sousloví *relativní četnost*, studenti neměli problém ji vypočítat.

VO 5: Mají studenti učitelství přírodopisu/biologie zájem se ve statistice dále vzdělávat?

Pouze 30 % studentů učitelství přírodopisu/biologie uvádí, že využívá statistické metody. Jejich rozdělení dle studovaného ročníku zobrazuje graf 11. Z něj je zřejmé, že v prvních dvou ročnících je využívání statistických metod málo časté. Ve třetím ročníku, tedy v období psaní bakalářských prací, je již vyšší, 31 %. V pátém ročníku, tedy při psaní diplomové práce, již 69 % studentů využívá statistické metody. Je tedy zřejmé, že potřeba statistiky se zvyšuje s blížícím se koncem studia a psaním závěrečných prací.

Skutečnost, že konzultace se statistikem by využilo 41 % studentů učitelství přírodopisu/biologie, značí poměrně veliký zájem. I zde, stejně jako u využívání statistických metod, je vidět rostoucí trend v závislosti na studovaném ročníku (viz graf 11). V posledním roce studia by tuto možnost využila více než polovina dotázaných studentů učitelství přírodopisu/biologie.

Z výsledků této dílčí studie vyplývá, že si studenti příliš nepamatují, zda na střední škole probírali kombinatoriku a statistiku. Ačkoliv výsledky testu statistických znalostí poukazují na to, že studenti učitelství přírodopisu/biologie mají slabší znalosti statistických pojmů než studenti ostatních přírodovědných oborů, chtějí se ve statistice dále vzdělávat.

3.2.5 Diskuze

V této dílčí studii byly zjišťovány skutečné znalosti statistiky studentů učitelství přírodopisu/biologie. Aby bylo možné určit úroveň těchto znalostí, byly porovnány s výsledky studentů příbuzných oborů (odborná biologie, demografie, všeobecné lékařství a učitelství matematiky). Tyto obory byly vybrány z různých důvodů. Obor odborná biologie a všeobecné lékařství byly vybrány, neboť reprezentují přírodní vědy/biologii a aplikovanou biologii. Obor demografie byl vybrán jako zástupce oborů, které jsou na rozhraní mezi přírodními a sociálními vědami. Navíc část úloh PISA zařazených do sekce biologie má demografický charakter (viz Mandíková & Houfková, 2012, str. 30-33). Obor učitelství matematiky byl vybrán jako obor reprezentující matematiku, jejíž je statistika v současných RVP součástí. Také je to však obor učitelský, který ke srovnání s učitelstvím přírodopisu/biologie přímo vybízí. Některé obory jsou ve studii zastoupeny pouze malým

vzorkem respondentů, což bylo dáno malou ochotou vyučujících dotazník studentům rozdat. Vzhledem k menším vzorkům jsou však i širší konfidenční intervaly, čímž by měla být zajištěna objektivita srovnávání.

Z výsledků studie vyplývá, že jsou tyto znalosti u studentů všech oborů slabé. Výsledky tak podporují tvrzení Hebáka (2007a), který ve své práci uvádí, že se snižuje úroveň statistických znalostí všech vysokoškolských studentů, a to včetně studentů statistických oborů.

Je však zřejmé, že si žák nemůže osvojit celé plánované kurikulum. Tedy, že si ze základní a střední školy nemůže pamatovat vše, co bylo předmětem výuky. Pokud bychom uvažovali stejně jako ve studiích Kubíkové (2016), Pospíšilové (2015) a Vackové (2016)¹⁰, že úspěšnost u odpovědí v testu má přesáhnout 80 %, pak byli studenti učitelství přírodopisu/biologie úspěšní pouze u výpočtu aritmetického průměru, který spočítalo 87 % z nich. Ačkoliv lze jistě namítnout, že úroveň osvojeného kurikula může být i nižší, je třeba zdůraznit význam některých pojmů, které žáci neuměli vypočítat. Například vážený aritmetický průměr, modus nebo medián jsou v praktickém životě často používané pojmy, avšak v testu statistických znalostí byla úspěšnost u mediánu i modu nižší než 50 %, u váženého aritmetického průměru dokonce 34 %. Z těchto výsledků je patrné, že i při snížení hranice úspěšnosti na 60 %, budou studenti učitelství přírodopisu/biologie úspěšní pouze u výpočtu aritmetického průměru.

Hebák (2007a) za hlavní důvod nízké úrovně statistických znalostí pokládá snižování nároků na žáky v oblasti logického úsudku. To však může mít neblahý vliv na rozvoj přírodovědné gramotnosti, neboť ta podle definice PISA (2015) schopnost logického úsudku nezbytně vyžaduje. Mezi dimenze přírodovědné gramotnosti spadá i schopnost indukce (formulace závěrů na základě analýzy) a dedukce (vyvozování předpovědí z přírodovědných hypotéz) (PISA, 2015). Je však zřejmé, že příčin rozporu mezi zamýšleným a osvojeným kurikulem může být daleko více. Možné příčiny mohou být mimo jiné:

1. Neoblíbenost statistiky

¹⁰ Všechny tři autorky prováděly výzkum úrovně osvojeného kurikula ve Výchově ke zdraví.

Některé zdroje (např. Liptáková & Čonková, 2011) se zmiňují o tom, že statistika je neoblíbený předmět, který mezi žáky a studenty vzbuzuje strach. Je však třeba podotknout, že neoblíbenost statistiky je pravděpodobně pouze důsledkem současného způsobu výuky statistiky.

2. Zařazení statistického učiva na konec probírané látky

Z analýzy RVP pro základní školy a gymnázia (viz kapitola 3.2) vyplývá, že statistika je na základní i střední škole řazena na konec veškeré probírané matematické látky. Školní vzdělávací programy jsou často vytvářeny přesně podle RVP včetně řazení jednotlivých tematických celků (Janík, Najvar & Solníčka; 2011), což zapříčiňuje často to, že je statistika probírána na konci 9. třídy ZŠ a na konci 4. ročníku střední školy. Je tedy možné, že se toto učivo již nestihne probrat, anebo mu žáci a studenti nevěnují příliš pozornosti, neboť se připravují na přijímací řízení na střední a vysoké školy, což potvrzuje Fiedor (2010).

3. Jiný způsob uvažování na rozdíl od matematiky

Ačkoliv lze podle Manuálu pro tvorbu školních vzdělávacích programů v základním vzdělávání (2006) zařadit statistické učivo do samostatného předmětu, zpravidla jsou školní vzdělávací programy tvořeny přesně podle RVP (Janík, Najvar & Solníčka; 2011) a statistické učivo je zařazováno do předmětu *Matematika*. Navzdory tomuto zařazení využívá statistika jiný styl uvažování než matematika. Matematika zpravidla uplatňuje deduktivní postup, na rozdíl od statistiky, která využívá indukci (Voakes, 2006).

4. Teoretický výklad statistického učiva – oproštění se od praxe, od IT

Statistika je často vykládána velmi teoreticky s množstvím vzorců (Hebák, 2007a). Vysokoškolští studenti s jinou specializací, kteří se statistiku učí, chtějí znát zejména praktické využití statistiky v oboru jejich specializace. Výuka statistiky pro studenty učitelství přírodopisu/biologie by měla být zaměřena zejména na příklady využití statistiky v pedagogické praxi, na

využití statistiky při evaluaci a vědecko-výzkumné činnosti učitele. Gal (2000b) poukazuje na skutečnost, že k rozvoji statistické gramotnosti nestačí pouze počítat statistické příklady. To je pouze prvním krokem. Daleko podstatnější je pochopení podstaty statistiky (Gal, 2000b) a jejího přínosu pro učitelství přírodopisu/biologie. Pokud je ale statistika vyučována jako samostatný kurz bez návaznosti na hlavní obor studia, stává se pouze nutným zlem bez dlouhodobého efektu. A vzhledem k tomu, že přírodovědná gramotnost zahrnuje i používání matematických prostředků v přírodovědném poznávání (viz definice PISA, 2015), lze předpokládat, že by se i didaktická praxe měla snažit o propojení předmětů – přírodovědy/biologie s matematikou. K takovému propojení může sloužit badatelsky orientované vyučování, projektové vyučování nebo integrovaná výuka.

Výsledky této dílčí studie mohou být ovlivněny skutečností, že do ní byli zahrnuti studenti všech ročníků. Lze totiž předpokládat, že univerzity a jejich fakulty zařazují výuku statistiky do různých ročníků, a tím mohou být výsledky této studie zkresleny. Studie tak zachycuje nejen studenty, kteří absolvovali základy statistiky na základní škole, tak i studenty, kteří absolvovali statistický kurz na vysoké škole. Avšak cílem této studie bylo poukázat na celkový stav statistické gramotnosti všech studentů i s ohledem na rozdílnou vysokoškolskou přípravu. Tento vliv je patrný z grafu 11, na kterém je vidět, že znalosti statistiky rostou s ročníkem studia. Tento graf také poukazuje na to, že v pátém ročníku je průměr správných odpovědí studentů učitelství přírodopisu/biologie 43 %. Z tohoto závěru lze usuzovat, že jsou vysokoškolské kurzy statistiky koncipovány nevhodně pro studenty učitelství přírodopisu/biologie. Gal (2000b) se domnívá, že k osvojení statistické gramotnosti nestačí pouze počítat statistické příklady, ale pochopit podstatu statistiky a jejího přínosu pro hlavní obor studia – v tomto případě pro učitelství přírodopisu/biologie. V případě, že je statistika vyučována jako samostatný kurz bez návaznosti na hlavní obor studia, stává se pouze nutným zlem bez dlouhodobého efektu.

3.2.6 Závěr

Cílem této dílčí studie bylo zjistit, jaké statistické pojmy studenti učitelství přírodopisu/biologie učivo znají ze základní a střední školy a zda tyto pojmy umějí použít. Za tímto účelem bylo provedeno dotazníkové šetření, jehož výsledky lze shrnout do několika závěrů:

1. Studenti učitelství přírodopisu/biologie neznají učivo kombinatoriky a statistiky ze střední školy, ačkoliv většina z respondentů uvádí, že si pamatuje, že kombinatoriku a statistiku studovali. Tato neznalost statistických pojmů může být způsobena jak příliš teoretickou výukou statistiky, tak i zařazením statistického učiva na konec 9. ročníku základní školy a na konec 4. ročníku střední školy.
2. Studenti učitelství přírodopisu/biologie znají pojem průměr, méně známé jsou pak pojmy medián a modus. Znalosti z oblasti statistiky nejsou statisticky významně závislé na pohlaví, ale jsou závislé na typu střední školy. Studenti učitelství přírodopisu/biologie, kteří absolvovali gymnázium, měli v testu prokazatelně lepší výsledky než studenti jiných typů středních škol.
3. Studenti učitelství přírodopisu/biologie mají menší znalosti statistiky než studenti biologie, demografie i studenti učitelství matematiky. Odlišnost od studentů všeobecného lékařství je statisticky nevýznamná. Nejúspěšnější porovnávanou skupinou studentů byli studenti demografie a studenti biologie.

Ačkoliv tyto výsledky nevyznívají pro studenty učitelství přírodopisu/biologie příliš příznivě. Většina z nich se chce ve statistice dále vzdělávat a plánuje statistiku využít při psaní závěrečné práce.

3.3 Popis nejčastějších chyb v diplomových pracích studentů učitelství přírodopisu/biologie obsahujících kvantitativní výzkum.

Vypracování a obhájení magisterské diplomové práce je jednou z nutných podmínek zakončení magisterského studia. Student tak prokazuje mimo jiné i komplexnost svého dosaženého vzdělání. Diplomová práce by měla být projevem míry znalosti zvoleného tématu, ale i schopnosti téma do hloubky synteticky prostudovat z různých informačních zdrojů, stanovit si cíle a následně tyto cíle realizovat (Sebera, 2012).

Diplomové práce obsahují zpravidla i výzkumnou neboli praktickou část, kde autor ověřuje předem stanovené hypotézy (Němec, 2013). Studenti by tedy měli získat dovednosti aplikace výzkumných metod a analýzy získaných dat. K tomuto osvojení je nezbytné nastudovat i literaturu týkající se výzkumných metod. Zejména u oborů nacházejících se na pomezí empirických a sociálních věd je zřejmé, že k ověření hypotéz diplomant může použít jak kvantitativních, tak i kvalitativních metod výzkumu.

Například student učitelství přírodopisu/biologie by se měl orientovat jak v kvantitativním, tak i kvalitativním výzkumu, protože jeho obor studia obsahuje dvě složky – pedagogicko-didaktickou a přírodovědnou. Pokud si student v diplomové práci volí didaktické téma, nejspíše využije kvalitativních metod výzkumu, v případě, že se bude zabývat tématem přírodovědným, využije nejspíše výzkumu kvantitativního charakteru (Hybšová, 2014).

Kvantitativní výzkumy vyžadují určité statistické znalosti a dovednosti pro správnou a vhodnou volbu metody sběru a zpracování dat (Punch, 2008). Tento analytický přístup k datům bývá pro studenty poměrně náročný, neboť student učitelství přírodopisu/biologie se při svém studiu zabývá zejména biologií a pedagogickou-didaktickou problematikou. S metodami sběru dat, metodami zpracovávání dat i s popisnými a induktivními statistickými metodami se setkal pouze okrajově, a tak stojí před zcela novým a neočekávaným úkolem. Výsledek diplomové práce tedy nezávisí pouze na znalosti oboru, který diplomant studoval, ale i na tom, jak se zvládne vypořádat s výzkumným problémem.

Bezděčnou přípravou na badatelsky orientovanou výuku je psaní závěrečných prací (Papáček, 2010b). Papáček (2010b) dále uvádí, že zběžnou analýzou závěrečných prací na

internetu lze zjistit, že některé práce zůstávají postupem práce daným metodologií vědy zcela nedotčeny a mají převážně deskriptivní charakter. Je tedy otázkou, do jaké míry může učitel aplikovat badatelsky orientovanou výuku, pokud si na základě vlastní zkušenosti neověřil schopnost řešit problém pomocí vědeckého postupu (Papáček, 2010b).

Běžný postup při psaní kvalifikačních prací je následující (Chráska, 2016, s. 12): Student si zpravidla vybírá téma, které je mu určitým způsobem blízké. Následně prostuduje příslušnou odbornou literaturu a seznámí se se současným stavem poznání v dané problematice. Při studiu odborných zdrojů si pak stanoví výzkumné otázky, které jsou většinou u kvantitativních výzkumů dále rozpracovávány do empiricky ověřitelných hypotéz. K jejich ověření pak autor může použít různé statistické metody.

Vzhledem k faktu, že předmět obsahující aplikace statistických metod není standardně povinnou součástí vysokoškolské přípravy studentů učitelství přírodopisu/biologie (viz Hybšová & Leppink, 2015a), musí autor diplomové práce samostatně nastudovat i možnosti zpracování dat. Student má zpravidla několik možností, kde může tyto informace o kvantitativním výzkumu čerpat:

- Vedoucí práce – školitel, event. konzultant. Prvním zdrojem informací o sběru, statistickém zpracování a interpretaci získaných dat, se kterým se student setkává při psaní diplomové práce, je sám vedoucí práce. Ten většinou studentům může pomoci lépe a rychleji se zorientovat v příslušné problematice a doporučí jim literaturu a zdroje (včetně těch statistických), které by měl prostudovat.
- Statistické kurzy. Vysoké školy zpravidla pro své studenty připravují diplomové či bakalářské kurzy, jejichž náplní je výklad k problematice kvalitativního i kvantitativního výzkumu. Vždy však záleží na konkrétní fakultě, zda zahrne metody zpracování dat do takových kurzů nebo jen studenty odkáže na vhodnou literaturu.
- Podpůrné a distanční texty a dokumenty poskytované studentům fakultou (popř. katedrou). Samotné katedry svým studentům nabízí tyto specifické texty shrnující požadavky na kvalifikační práce včetně rad, jak kvalifikační práci psát. Význam těchto dokumentů a jejich existenci mapuje Němec (2013). Existuje mnoho publikací s obecnými návody, jak psát závěrečnou práci (například Synek, Sedláčková & Svobodová, (2002) nebo Kolka, Večeřa, & Pavlíčková (2009)).

Obecná pravidla pro každou fakultu stanovuje fakulta univerzity (například formou opatření děkana¹¹). Nejvíce konkrétní je zpravidla doporučení katedry, které vychází nejen z obecných pravidel pro psaní závěrečných prací, ale i z požadavků fakulty a katedry na kvalifikační práci.

- Odborná literatura. Nosným zdrojem informací o sběru, statistickém zpracování a interpretaci získaných dat je odborná literatura zaměřená na pedagogický výzkum. V současné době existuje několik učebnic s tímto zaměřením, např. Chráska (2016), Gavora (2010), Švaříček & Šed'ová (2007), Pelikán (2011) – podrobněji v kapitole 4.2. Tyto publikace se zabývají popisem kvantitativních (ale i kvalitativních) metod běžně aplikovaných v rámci pedagogického výzkumu včetně výkladu nejčastěji používaných statistických metod na konkrétních příkladech z praxe.

Pomocníkem při psaní závěrečných prací však může být i obecná metodologická literatura. Například Sebera (2012) nabízí doporučení pro psaní bakalářských a diplomových prací. To obsahuje kompletní informace o struktuře, členění a formálních náležitostech diplomové, resp. bakalářské práce. V tomto dokumentu jsou také definovány tři základní typy závěrečných/kvalifikačních prací, tj. práce založená na teoretickém výzkumu, práce založená na empirickém výzkumu a aplikačně didakticky zaměřená práce. Toto třídění bude využito i pro účely této dílčí studie.

Je zřejmé, že se možnosti využití statistiky se u těchto typů prací značně liší. Lze předpokládat, že u prací založených na teoretickém výzkumu nebude využito statistických metod vůbec. Naopak u prací založených na výzkumu empirickém autor může cílů své práce dosáhnout buď pomocí kvantitativního, nebo kvalitativního výzkumu. Kvantitativní výzkum vyžaduje znalosti zpracování dat pomocí statistických metod, neboť na základě pouhého popisu nelze tvořit závěry. U aplikačně didakticky zaměřených prací vždy záleží na metodě ověřování, avšak při testování pomůcek nebo programů je statistické ověření vhodné.

¹¹Pro PedF UK dostupné na úřední desce z webové adresy http://www.pedf.cuni.cz/files/file/uredni_deska/opatreni_dekana/opad_c._8_2015.pdf

3.3.1 Cíl

Ačkoliv statistické zpracování dat v diplomové práci není mnohdy její nejdůležitější složkou, špatné nebo nedostatečné provedení statistické analýzy dat a interpretace může snížit úroveň diplomové práce i navzdory pečlivému zpracování ostatních částí. Aby bylo objasněno, jak často a jaké dělají studenti ve statistické části chyby, byla provedena obsahová analýza diplomových prací se zaměřením na statistické metody využívané studenty učitelství přírodopisu/biologie na třech univerzitách. Cílem této dílčí studie je podrobný popis, analýza efektivnosti a účelovosti aplikovaných statistických metod v magisterských diplomových pracích obsahujících kvantitativní výzkum.

V rámci studované problematiky byly formulovány tyto výzkumné otázky:

VO 12: Jaké typy diplomových prací si studenti učitelství přírodopisu/biologie vybírají, tj. založené na empirickém výzkumu, aplikačně-didaktické?

VO 13: Jaké jsou nejčastější chyby v kvantitativních výzkumech analyzovaných diplomových prací?

VO 14: Citují studenti učitelství přírodopisu/biologie při psaní diplomových prací statisticky zaměřenou literaturu?

3.3.2 Metodika

Za účelem analýzy diplomových prací bylo využito smíšeného výzkumu. Kvalitativní analýza diplomových prací byla po kategorizaci dle níže popsané metodiky doplněna kvantitativním zpracováním zjištěných údajů. Vznikly tak shrnující tabulky četností, které zpřehledňují výsledky výzkumu.

Ke kvalitativní analýze diplomových prací byla využita obsahová analýza dokumentů (Hendl, 2005, str. 132) – diplomových prací. Do analýzy byly zahrnuty všechny obhájené diplomové práce odevzdané v letech 2013 a 2014 na čtyřech biologických katedrách čtyř pedagogických nebo přírodovědných fakult vybraných čtyř českých univerzit, které se zabývají vzdělávání budoucích učitelů přírodopisu/biologie. Práce hodnocené známkou nedostatečně byly vyřazeny. Z etických důvodů nebudou uvedeny názvy univerzit, kateder ani autorů analyzovaných prací. Katedry budou označeny písmeny A, B, C, D. Jednotlivé práce jsou pak označeny písmenem katedry, na které byly odevzdány, a pořadovým číslem.

Například práce označená D15 je 15. analyzovaná práce obhájená na katedře D. Celkem bylo analyzováno 101 diplomových prací odevzdaných na čtyřech katedrách připravujících budoucí učitele biologie, podrobněji viz tabulka 18.

Tabulka 18 Počet analyzovaných diplomových prací za jednotlivé katedry

Katedra	Počet analyzovaných diplomových prací
A	58
B	23
C	4
D	16

V rámci analýzy jsou u diplomových prací sledována tři různá hlediska, tj. (1) typ diplomové práce, (2) úroveň a způsob statistického zpracování dat, (3) analýza chyb a nedostatků kvantitativního výzkumu. Druhé a třetí hledisko bylo zkoumáno pouze u prací, které obsahovaly kvantitativní výzkum.

(1) Typ diplomové práce

Analyzované diplomové práce byly rozřazeny do tří základních typů/kategorií závěrečných/kvalifikačních prací:

- a) práce založené na teoretickém výzkumu,
- b) práce založená na empirickém výzkumu,
- c) aplikačně-didaktická práce.

Toto třídění bylo vytvořeno podle Sebery (2012), který závěrečné práce také rozdělil do tří kategorií: práce založené na teoretickém, empirickém výzkumu a další práce. Práce založené na teoretickém výzkumu pracují s čistě teoretickými metodami (analýza, syntéza, indukce, dedukce, modelování) a neoperují s vlastními daty (Sebera, 2012).

Práce založené na empirickém výzkumu naopak pracují s konkrétními daty. S využitím exaktních metod tyto práce dospívají ke konkrétním poznatkům. Předmětem takového zkoumání jsou zpravidla živé subjekty (učitelé, žáci) (Sebera, 2012).

Do skupiny aplikačně didaktických prací byly zařazeny práce, které zkoumaly zpravidla neživé subjekty (např. tvorbu výukových programů, učebních pomůcek, praktických úloh či učebních textů, návrhy naučných stezek) a následně jejich kvalitu ověřovaly v praxi na dostatečně velkém souboru žáků a ověřování zdokumentováno.

Pro vyšší objektivnost rozřazení jednotlivých diplomových prací do výše zmíněných kategorií bylo využito tří na sobě nezávislých hodnotitelů. Všichni hodnotitelé nejprve samostatně zařadili práce do stanovených kategorií (a, b, c). Rozdílně zařazené práce byly následně diskutovány i za přítomnosti všech hodnotitelů umístěny do shodné kategorie.

(2) Úroveň a způsob statistického zpracování dat

K analýze používaných statistických metod u prací založených na empirickém výzkumu byl vytvořen skórovací list zaměřený na využití jednotlivých statistických postupů a metod, které byly v diplomových pracích využity (viz tabulka 19).

V rámci skórovacího listu byly vymezeny kategorie, které zohledňovaly následující parametry:

- a) způsob sběru dat (dotazník, pozorování, didaktický test, vlastní měření, jiné);
- b) velikost zkoumaného vzorku (počet respondentů, počet sledovaných zvířat atp.);
- c) vytvoření výzkumného problému, otázky, hypotézy (nevytvořené – 0, formulovaný pouze problém – 1, formulovaný problém a otázky – 2, formulované hypotézy – 3);
- d) data představena pomocí popisné statistiky (ne – 0; ano – 1);
- e) uplatnění induktivních statistických metod¹² (ne – 0, ano – název metody);
- f) citace statistické literatury (žádná citace – 0, citace pouze v seznamu literatury – 1, citace v textu i v seznamu literatury – 2);
- g) citovaná statistická literatura (1 – Chráska (2016); 2 – Gavora, (2010); 3 – Punch (2008); 4 – Pelikán (2011); 5 – jiná);

¹² Induktivní statistika se zabývá zobecňováním poznatků. Patří do ní testování hypotéz.

- h) využitý statistický software (0 – neuvádí, 1 – MS Excel, 2 – Canoco, 3 – SAS, 4 – jiné).

Tabulka 19 Ukázka záznamového archu statistického zpracování dat včetně ukázky kódování dat u první analyzované diplomové práce

Kód práce	Způsob sběru dat	Velikost vzorku	Tvorba otázky	Popisná statistika	Stat. metody	Citace	Citovaná literatura	Využitý statistický software
A23	dotazník	335	1	1	Chí-kvadrát test	2	1, 2	1

(3) Analýza chyb a nedostatků kvantitativního výzkumu

Dále byly u prací založených na empirickém výzkumu analyzovány také chyby a nedostatky, kterých se studenti dopouštěli. Nejčastější se opakující chyby a nedostatky byly následně kategorizovány do tří hlavních skupin, které byly dále rozděleny do jednotlivých podkategorií:

I. Tvorba hypotéz a výzkumných otázek

- a. absence výzkumných otázek nebo hypotéz u kvantitativních výzkumů,
- b. chybné stanovení hypotéz.

II. Popisná statistika

- a. zobecnění na základě závěrů z popisné statistiky,
- b. použití nevhodného typu grafu,
- c. duplicita informací,
- d. nepřehlednost grafů,
- e. nadbytečnost grafů a tabulek,
- f. nedostatečné využití interpretačního potenciálu grafů a tabulek.

III. Statistické metody

- a. neuvedena metoda,
- b. chyba ve volbě a interpretaci metody,
- c. nedostatečné využití statistických metod.

Některé z podkategorií nebylo možné, zejména kvůli jejich charakteru, kvantifikovat (viz tabulka 22). Například využití interpretačního potenciálu grafů a tabulek je otázkou vlastního uvážení. Jen velmi složitě se určuje, do jaké míry je tento potenciál využit a zda daný případ zařadit do této kategorie nebo ještě ne. Zejména z tohoto důvodu nebyly tyto podkategorie kvantifikovány pomocí relativních četností a byly vybrány pouze ukázky těchto chyb.

3.3.3 Výsledky

Výsledky analýzy diplomových prací budou v této subkapitole popsány v pořadí stanovených výzkumných otázek.

VO 12: Jaké typy diplomových prací si studenti učitelství přírodopisu/biologie vybírají, tj. (založené na empirickém výzkumu, aplikačně-didaktické?)

Nejčastěji (52 %) psali studenti práci založenou na empirickém výzkumu, 35 % studentů si vybralo aplikačně-didakticky zaměřenou práci (viz tabulka 20). Zbývajících 13 % diplomových prací bylo zařazeno do kategorie prací založené na teoretickém výzkumu.

Tabulka 20 Zastoupení jednotlivých typů diplomových prací; n = 101

Typ práce	Procentuální zastoupení
Aplikačně-didaktická	35 %
Empirická	52 %
Teoretická	13 %

Více než 63 % aplikačně-didakticky zaměřených prací nenaplní kritéria, které uvádí Sebera (2012) nebo Pavlasová (2013), podle níž je taková práce zaměřená na tvorbu výukových programů, pomůcek nebo učebních textů, které musí být v rámci práce ověřeny na dostatečně velkém souboru žáků a ověřování musí být zdokumentováno. Diplomanti často (v 63 % ze všech aplikačně-didakticky zaměřených prací) výukový materiál nebo navržený postup v praxi ověří pouze jeho použitím a zdokumentují vyfocení několika záběrů

žáků pracujících v rámci výuky s daným materiálem, což nevypovídá o kvalitě výukového materiálu nebo navrženého postupu.

VO 13: Jaké jsou nejčastější chyby v kvantitativních výzkumech analyzovaných diplomových prací?

Kvantitativní výzkum obsahovalo 68 ze 101 analyzovaných diplomových prací. V dalším textu se budeme již věnovat pouze těmto diplomovým pracím obsahujícím kvantitativní výzkum. Většina autorů analyzovaných diplomových prací „sbírá data“ pomocí metody dotazníkového šetření (69 % z 68 prací) a přímého pozorování (13 % z 68 prací). Tyto práce obsahující kvantitativní výzkum byly následně podrobeny detailnější analýze, neboť lze předpokládat, že k dosažení stanovených cílů využili autoři statistických metod, ať už popisných nebo induktivních. Zbýlých 18 % autorů diplomových prací se zabývá kvalitativním výzkumem nebo zpracovává již dříve vzniklá a publikovaná data jiných autorů (například stav a statistiky ptactva z ornitologických ročenek).

Se způsobem sběru dat úzce souvisí i velikost zkoumaného vzorku. Průměrný počet respondentů u dotazníkových šetření je 120 respondentů. Tento průměr je však ovlivněn nízkými počty respondentů u některých dotazníkových šetření. Medián rozdělení je 82 respondentů. Ve 21 % prací (tj. 10 prací) se autoři dotazovali méně než 30 osob.

Někteří studenti se nezabývali analýzou osob, ale pozorovali chování zvířat nebo výskyt druhů v přírodě. Jejich diplomové práce a velikost vzorků byly analyzovány zvlášť, neboť je zřejmé, že se velikost výzkumného vzorku bude lišit od počtu respondentů v dotazníkových šetřeních. Studenti, kteří v rámci výzkumu pozorovali určitý druh zvířat a sledovali jejich chování a zvyky, průměrně sledovali šest jedinců. A studenti, kteří se zabývali pozorováním lokalit nebo druhem rostlin a živočichů, kteří se v nich vyskytovali, sledovali průměrně 9 lokalit.

Dalším zjištěním je, že více než 83 % respondentů zpracuje zjištěná data pouze pomocí nástrojů popisné statistiky (tj. pomocí grafů a tabulek), ale induktivní statistické metody (tzn. testování hypotéz) využije pouze 12 % diplomantů. Studenti, kteří se rozhodli využít i induktivních statistických metod, pak využívali velice sofistikované metody jako je faktorová nebo shluková analýza.

V analyzovaných pracích s kvantitativním výzkumem se vyskytovaly zejména tyto chyby:

1) Tvorba hypotéz a výzkumných otázek

Každá vědecká práce obvykle začíná tzv. *předběžnou teoretickou analýzou*. Její podstatou je získání co největšího množství informací z oblasti, kterou výzkumník hodlá zkoumat. Studenti tuto fázi využívají k sepsání rešerše shrnující současný stav poznání daného tématu. V průběhu této fáze je formulován vědecký problém, jehož konkretizace slouží k formulaci hypotéz (Gavora, 2010). Tato fáze může nést řadu úskalí, která často vyplývají ze špatného stanovení výzkumných otázek a hypotéz. V případě nestanovení hypotézy lze jen těžko vyvodit závěry vyplývající z jejího ověřování. Zde jsou uvedeny nejvýznamnější chyby týkající se tvorby výzkumných otázek a hypotéz:

1a) Absence výzkumných otázek nebo hypotéz u kvantitativních výzkumů

Poměrně častým problémem (29 %) je samotné nestanovení výzkumných otázek nebo hypotéz u kvantitativních výzkumů. Ačkoliv není stanovení hypotéz ve smyslu empiricky ověřitelných tvrzení nezbytně nutné, studenti si jejich stanovením často zjednoduší práci a podpoří cíl diplomové práce.

Další výhodou stanovení hypotéz je možná komparace s jinými kvantitativními výzkumy, která je pro odbornou veřejnost velice důležitá a často slouží jako verifikace výsledků celé práce. Například autorka práce A59 se rozhodla pro sběr dat dotazníkovým šetřením a zajistila si 204 respondentů. Pro tento čistě kvantitativní výzkum si však nestanovila žádné hypotézy, čehož si všímá i vedoucí diplomové práce, který ve svém posudku píše: „...se autorka snaží vyvodit závěry ze svých sebraných dat – ale bez statistického zhodnocení a s nízkými počty respondentů v jednotlivých podrobných kategoriích to je sisyfovská práce. Zde by autorce pomohlo, pokud by si na začátku definovala výzkumné otázky nebo hypotézy, na které by mohla jasně odpovědět a odpovědi podložit svými daty.“ Přitom rozsáhlý výzkumný vzorek respondentů přímo nabízí kvantitativní srovnání pomocí statistických testů.

1b) Chybné stanovení hypotéz

Dalším důležitým faktorem je správná formulace hypotéz, neboť tvorba hypotéz má svá pravidla. Ačkoliv v řadě zdrojů, se kterými by studenti měli přijít do styku (např. Sebera,

2012; Chráska, 2016) jsou tato pravidla uvedena, většina autorů (62 %) analyzovaných diplomových prací při tvorbě těchto pravidel nedbá.

Zde je uvedeno několik příkladů špatně stanovených hypotéz z analyzovaných diplomových prací:

- i. *H: Moodle v biologii využívají spíše mladší učitelé.*
- ii. *H: Předpokládá se, že stejně jako ve volné přírodě, budou i v zajetí žirafy věnovat převážnou část dne konzumaci potravy nebo přežvykování.*
- iii. *H: Předpokládáme, že náměsícností trpí děti předškolního věku a děti na prvním stupni více než děti na druhém stupni základní školy.*

Autoři těchto hypotéz nerespektují *zlatá pravidla pro tvoření hypotéz* (Gavora, 2010). Ačkoliv shodně zvolily oznamovací větu, jejich hypotézy nevyjadřují empiricky ověřitelný vztah mezi dvěma proměnnými.

Hypotéza i. obsahuje slovo *spíše*, což poukazuje na její neměřitelnost. Správná formulace by měla být: „Moodle ve výuce biologie využívají častěji mladší než starší učitelé“, dále by mělo být přesně specifikováno, co chápeme pod pojem mladší a starší učitelé. V závěru práce tedy nelze říci, zda byla hypotéza ověřena nebo ne. Chráska (2016, s. 19) píše, že hypotéza musí být vždy formulována jednoznačně („*na tvrdo*“) a výsledek jejího ověřování musí být jednoznačný.

Rovněž u hypotézy ii. se nejedná o klasickou oznamovací větu, kterou lze empiricky ověřit. Hypotéza iii. by byla měřitelná, pokud by ji autorka stanovila takto: „*Děti předškolního věku a děti na prvním stupni ZŠ trpí náměsícností ve větším množství případů, než děti na druhém stupni*“. Autorka by mohla pomocí komparativních testů tento fakt empiricky ověřit.

2) Popisná statistika

Cílem popisné statistiky je shrnutí informace z primárních dat do přehledných celků – tabulek, grafů nebo souhrnných čísel. V pokynech pro vypracovávání bakalářských a diplomových prací zpravidla jednotlivé katedry objasňují pravidla pro využívání tabulek, obrázků a grafů v textu diplomové práce. Tato pravidla lze nalézt také v řadě metodologických publikací (např. Chráska, 2016; Sebera, 2012).

Pro srozumitelnost informace, kterou tabulka, obrázek nebo graf nese, je nezbytné, aby byly vložené tabulky, obrázky a grafy tzv. „samo-vysvětlující“. To znamená, že by je měl čtenář pochopit bez toho, aby musel složitě hledat vysvětlení v textu. Průběžně se číslují a opatřují názvem. Je nutné obvykle používané zkratky nebo značky v tabulce či obrázku vysvětlit v legendě, která se umísťuje k názvu tabulky grafu nebo obrázku. Samozřejmostí jsou smysluplně popsané části obrázku (případně s měřítkem) a osy grafu s uvedením použitých jednotek.

Obrázky, grafy a tabulky tvoří výstupy výzkumu, dokumentují stručnou formou podmínky práce, použitý materiál, postup či výsledky. Jejich obsahem by neměl být výčet nezpracovaných primárních dat, ale jejich výstižné a přehledné (statistické) vyhodnocení. Navzdory tomu, že by graf stejně jako tabulka měl být samostatnou informační jednotkou a nést všechny nezbytné informace (Gavora, 2010), jsou četným nedostatkem grafického zpracování dat právě grafy bez nadpisů nebo bez popsaných os. Chybějící popisky tabulek, obrázků a grafů včetně jejich číslování vedou k dezorientaci čtenáře.

2a) Zevšeobecnění na základě závěrů z popisné statistiky

Z nesprávně stanovených hypotéz vyplývá i problém jejich měřitelnosti. Pokud hypotéza nesplňuje *zlatá pravidla* (Gavora, 2010), zpravidla ji nelze ověřit statistickým testem. Diplomanti si tedy velice často pomáhají vyvozováním závěrů o stanovených hypotézách pouze z popisné statistiky. Vzhledem k tomu, že induktivních metod využije pouze 12 % autorů diplomových prací je zřejmé, že zbylých 88 % autorů ve své práci nanejvýše pouze popíše data a na základě tohoto popisu tvoří závěry.

Příklad lze nalézt v práci A35, jejíž autorka si stanovila hypotézu: „*Tučňáci tráví většinu svého času na souši (v hnízdě), plavání (lokomoce ve vodě) nebude přesahovat 5 % celkového denního režimu.*“ Stanovená procenta vedou čtenáře k očekávání statistického testu, který vyvrátí nebo potvrdí, zda tučňáci tráví méně než 5 % času plaváním. Autorka však pouze na základě 4 pozorovaných tučňáků a jejich podílu času stráveného ve vodě a na souši seznává, že je toto procento menší než 5 %. Ze statistického úhlu pohledu takový závěr nelze vyvodit, statistické testování vyžaduje větší vzorek pozorovaných jedinců. Tento výzkum je ze své podstaty spíše kvalitativní než kvantitativní a autorka by tedy měla využít jiné metody k vyvození závěrů.

Dalším příkladem může být práce A51, kde autorka vyvozuje závěr z dotazníkového šetření o 63 respondentech následujícím způsobem: „*Tyto činnosti nám při součtu procent daly dohromady číslo 52,2 %, což znamenalo, že více jak polovina respondentů tráví víkendy ve venkovním prostředí. To byl celkem potěšující výsledek. Z toho můžeme usuzovat, že většina rodin stále preferuje činnosti na čerstvém vzduchu jako například výlety a procházky po okolí.*“ Tento úsudek na celou populaci je příliš zjednodušující a jako vědecké potvrzení hypotézy zcela nedostačující.

V práci A33 je výzkumná otázka položena způsobem, zda ovlivňuje velikost obce, ve které se mateřská škola nachází, možnost dětí lézt na stromy. Tuto teorii vzhledem k typu sesbíraných dat by mohla ověřit chí-kvadrát testem, avšak se spokojuje se závěrem, že „*...vyhodnocení ukazuje, že nejvíce děti lezou v obcích s méně než 1000 obyvateli, celkem 22. V obcích s počtem obyvatel 1001 – 15 001 a v městě nad 400 000 obyvatel vyplnilo 18 respondentů, ANO. Další příčku obsadily obce s počtem obyvatel 15 001 – 80 000, zde vyplnilo ANO, 9 respondentů. Zbývajících 8 respondentů bylo z obcí 80 0001 – 400 000 obyvatel. Rozdíly mezi čísly obcí s méně než 1000 obyvateli, městem nad 400 000 obyvatel a obcí s počtem obyvatel 1001 – 15 000 nejsou velké, proto se domnívám, že velikost obce v mém výzkumu neovlivňuje, zda děti mohou lézt na stromy.*“

Pokud je hypotéza na základě empirického ověřování přijata, je možné ji zobecnit a doporučit k praktickému využití (Chráska, 2016). Vyvozování zevšeobecnujících závěrů z popisné statistiky, ať už z absolutních nebo relativních čísel, je z hlediska empirického výzkumu nepřipustné. Ačkoliv diplomanti sesbírají poměrně velký vzorek, na kterém ověřují své hypotézy, často neumí hypotézy správně zformulovat a následně je ověřit a používají pouze jednoduchých závěrů založených na popisné statistice.

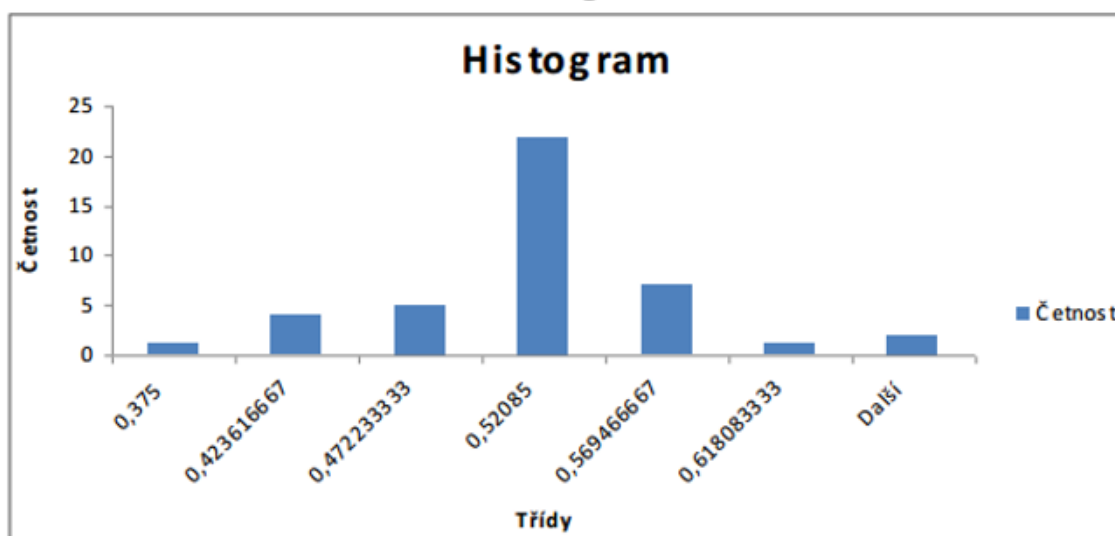
2b) Použití nevhodného typu grafu

K dezorientaci čtenáře může vést i použití nevhodného typu grafu. Například v práci A47 se diplomant zabýval pozorováním holubů a ke znázornění časové řady používá dvacet různých sloupcových grafů. Některé z nich jsou zcela prázdné, neboť v daném okamžiku nepozoroval na žádném ze sledovaných míst ani jednoho holuba.

Obdobně i v práci A38 diplomantka popisuje časovou řadu, tentokrát pomocí koláčových grafů. Přehlednější by v obou případech bylo použití tabulky nebo spojnicového grafu, které jsou vhodnější pro znázornění vývoje časových řad. Dále v diplomové práci A38 jsou prezentovány primární data ve 32 tabulkách, ačkoliv v doporučení pro psaní diplomových prací na katedře A se uvádí, že obsahem tabulek by neměl být výčet nezpracovaných primárních dat, ale jejich výstižné a přehledné (statistické) vyhodnocení. Přesunutí těchto tabulek do příloh a zpracování primárních dat graficky by vedlo k větší přehlednosti a srozumitelnosti dat.

2c) Nepřehlednost grafů a tabulek

Účelem grafu a tabulky je zpřehlednit a zjednodušit informaci vyplývající z primárních dat (Chráska, 2016), což 11 % studentů nerespektovalo a vytvořilo nepřehledné a zmatečné grafy.



Obrázek 2 Sloupcový graf z diplomové práce A19 znázorňující četnosti pozorování papoušků. Ukázka grafu s nadbytečnou legendou, nevhodným popiskem a číselným formátem osy x.

Názorným příkladem je graf z práce A19, viz obrázek 2, ve kterém se vyskytuje hned několik velmi častých chyb. V grafickém znázornění jedné proměnné není třeba uvádět legendu. V případě uvedení legendy je její popis *Četnost* vzhledem ke stejnému názvu osy y zbytečný. Samo využití sloupcového grafu zde není vhodné, neboť se zdá, že autor měl číselná spojitá data a sloupcové grafy se zpravidla používají pro nespojité proměnné (Gavora, 2010). Autorka navíc uvádí v číselných popiscích osy x nestejný a příliš veliký počet desetinných

míst. Záměrem autorky bylo jistě informovat čtenáře o zjištěných četnostech, nicméně samotné zpracování informací není účelné. Čtenář musí k pochopení grafu hledat vysvětlení v textu. Požadavek Gavory (2010) na tzv. samovysvětlující graf v tomto případě nebyl dodržen. Obdobně i autorka práce D3 využívá ke znázornění rozdělení dat do tříd v pěti kategoriích a pro grafické vyjádření používá sloupcový graf. Výhodnější by bylo využít koláčový (též výsečový) graf, i když jej někteří autoři nedoporučují (například Tufte (1983, s. 178)), nebo tabulku, které jsou lepším způsobem znázornění struktury sledovaného souboru.

2d) Nadbytečnost grafů a tabulek

Příkladem nadbytečnosti grafů a tabulek je i grafické znázornění relativních četností dvou obměn znaku koláčovým grafem. Například autorky prací A21 a B2 se ptají na otázku s možností odpovědi ano – ne. Ke znázornění výsledků používají koláčový graf. Stejnou informaci by sdělila pouhým uvedením procentního zastoupení odpovědí ano a odpovědí ne v textu diplomové práce. Grafické znázornění v tomto případě pouze zabírá místo a diplomovou práci zbytečně prodlužuje.

2e) Duplicita informací

Dalším nedostatkem zaznamenaným při analýze diplomových prací je duplicita informací. Někteří diplomanti ve svých diplomových pracích uvádí grafické i tabulkové znázornění zjištěných dat. Autor by měl vždy zvolit pouze jednu variantu, ideálně tu, ze které je prezentovaná informace na první pohled zřejmá.

2f) Nedostatečné využití interpretačního potenciálu grafů a tabulek

Opačným extrémem je nevyužití grafů a tabulek. Příkladem můžou být práce A42 nebo C4, kde autorky prakticky nevyužívají tabulek, které by práce výrazně zpřehlednily, a závěrečné diskuzi by prospělo, kdyby se autorky k těmto tabulkám odkazovaly.

3) Statistické metody

U kvantitativních výzkumů zpravidla bývají stanoveny empiricky ověřitelné hypotézy, které by měly být evaluovány statistickým testem. Často využívanými testy jsou komparativní testy o shodě dvou parametrů– například průměrů.

3a) Neuvedená metoda

V rámci metodiky autoři, kteří využívají induktivní statistické metody, v některých případech (12 %) neuvádí metodu, kterou použili pro ověřování hypotézy. Pouze v textu uvedou *p*-hodnotu a konstatují výsledek testu. Čtenáři se pak takový výzkum může zdát pochybný. Pokud by se totiž rozhodl ověřit platnost tvrzení uváděných v diplomové práci, nemohl by postupovat stejně jako autor, neboť statistické metody, kterými ověřování probíhalo, nebyly zveřejněny.

3b) Chyba ve volbě a interpretaci metody

Autoři analyzovaných diplomových prací často chybně zvolili metodu testování nebo pochybili při interpretaci výsledků. Příkladem může být i autorka práce A54, která špatně interpretuje korelační koeficienty. Na škále od 1 do 5 hodnotila písmo žáků dle následujícího klíče:

1 = Zcela dobře čitelné napodobení psané předlohy. Jednotlivá písmena nejsou dvakrát větší než v předloze. Začáteční písmeno má výrazně patrnou výšku velkého písmene.

Písmena jsou spojena ve tři slova.

2 = Ještě čitelné napodobení napsané věty. Nezáleží na velikosti písmen ani na dodržení vodorovné linie.

3 = Patrné je členění alespoň na dvě části. Rozpoznáme alespoň čtyři písmena předlohy.

4 = Rozpoznáme alespoň dvě písmena. Celek ještě tvoří řádku písmena.

5 = Čmárání.

Následně autorka vypočítává korelační koeficient vztahu písma a věku žáků (viz tabulka 21) a píše: „*Jediná dvojice, která má poněkud překvapivý výsledek, je vztah „věku“ a „písma“*“.

kde je hodnota korelačního koeficientu $-0,640$, což je nejnižší hodnota v této tabulce vůbec a vyplývá z toho paradoxní fakt, že „věk“ a „písmo“ spolu souvisí nejméně ze všech testovaných aspektů.“

Tabulka 21 Matice korelačních koeficientů z diplomové práce A54

	q2 Ročník	q3 Věk	q4 Kresba	q5 Písmo	q6 Tečky	q8 Skok z místa	q9 Skok po jedné noze
q2 Ročník	1,000	0,903	-0,299	-0,621	-0,427	0,481	0,253
q3 Věk	0,903	1,000	-0,384	-0,640	-0,485	0,539	0,354
q4 Kresba	-0,299	-0,384	1,000	0,616	0,560	-0,262	-0,284
q5 Písmo	-0,621	-0,640	0,616	1,000	0,582	-0,399	-0,266
q6 Tečky	-0,427	-0,485	0,560	0,582	1,000	-0,350	-0,318
q8 Skok z místa	0,481	0,539	-0,262	-0,399	-0,350	1,000	0,634
q9 Skok po jedné noze	0,253	0,354	-0,284	-0,266	-0,318	0,634	1,000

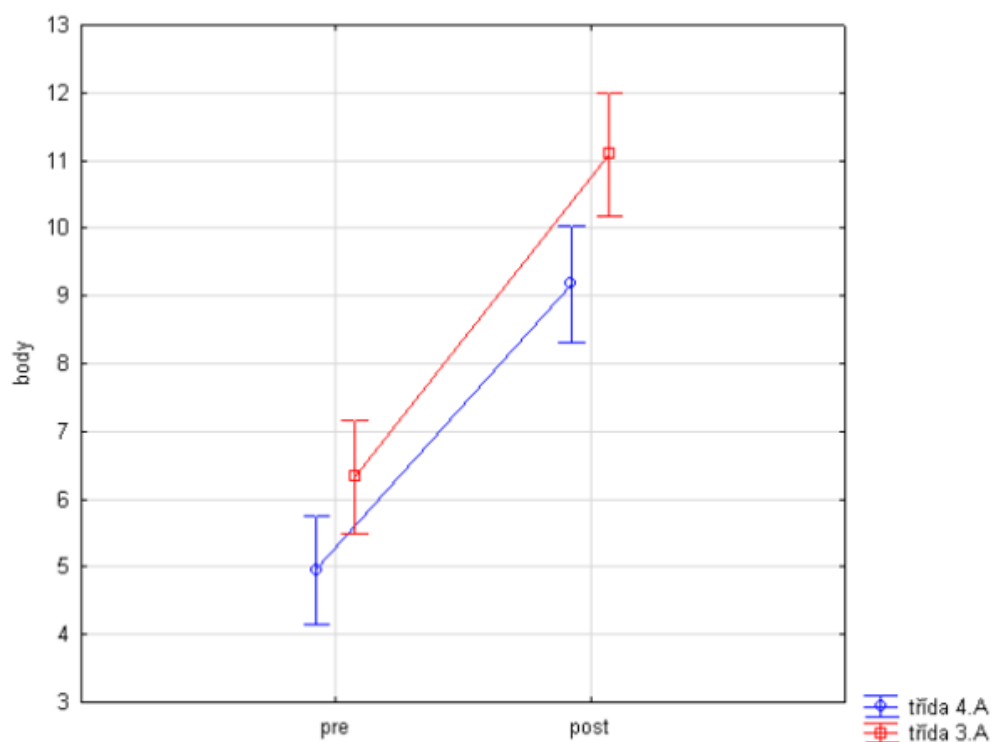
V tabulce 21 je vidět, že si autorka neuvědomila podstatu korelačního koeficientu a zejména pak interpretaci jeho záporné hodnoty. Záporná hodnota neznamena nízký lineární vztah mezi proměnnými, ale pouze nepřímou závislost. Zde tedy nepřímou závislost mezi věkem a písmem. Tudíž korelační koeficient zde říká, že se vzrůstajícím věkem se snižuje hodnota písma, tedy písmo se zlepšuje. Znamená to, že čím je dítě starší, tím se jeho písmo zlepšuje. Autorka tedy špatně interpretovala záporný korelační koeficient. Otázkou také je, zda je vhodné použít metodu korelačního koeficientu, neboť autorka zřejmě nezvážila podmínky jeho použití (např. normalita dat).

3c) Nedostatečné využívání statistických metod v kvantitativních výzkumech

Navzdory výše uvedeným chybám je nejzávažnějším zjištěním fakt, že 75 % diplomantů ve svých pracích vůbec žádné statistické testy nevyužilo.

Příkladem může být oponentský posudek k práci A38, ve kterém oponent píše, že v práci zcela chybí jakékoliv statistické zpracování. Ačkoliv autorka používá metod popisné statistiky a vytváří grafy i tabulky pro zpřehlednění získaných dat, k ověření hypotéz nevyužívá statistických testů, ale pouze na základě popisné statistiky konstatuje svůj dojem. Tento problém úzce souvisí s výše popisovaným vyvozováním závěrů z popisné statistiky v podkapitole Testování hypotéz (viz výše).

Dalším příkladem může být práce A40, kde je uvedeno: „*Na grafech je vidět, že žáci na gymnáziu v Praze, kde se učitel rybářství nevěnuje, měli úspěšnost v odpovědích 67 %. Na druhou stranu žáci z gymnázia v Sušici, kde učitel rybářem je, měli úspěšnost o něco menší, a to 59 %. Moje hypotéza, že žáci, jejichž učitel je rybář, budou mít ve vyplňování dotazníku lepší výsledky než žáci, jejich učitel rybář není, se tedy nepotvrdila. Výsledky ale mohou být částečně zkresleny tím, že na gymnáziu v Sušici mi dotazník vyplnilo více respondentů. Konkrétně jsem ze Sušice měla celkem 954 odpovědí a z Prahy 504 odpovědí, tedy skoro o polovinu méně.*“ Ačkoliv autorka nasbírala data od velikého množství respondentů a kvantitativní ráz výzkumu přímo vybízí k využití statistických metod, autorka pouze konstatuje závěry z popisu dat. Obdobně i další autorka práce B18 nasbírala data pomocí testů (pre-testů a post testů) při výuce badatelsky orientovanou výukou. Výsledky pre-testů a post-testů uvedla pomocí sloupcových grafů a v závěru práce napsala: „*Výsledná zjištění prokazují pozitivní vliv této výukové metody na úroveň znalostí žáků*“. V práci ale neuvádí, zda změny jsou statisticky významné nebo nikoliv. Autorka mohla využít běžně užívané metodologie k evaluaci efektivity výuky, (viz např. Činčera, 2010).



Obrázek 3 Statistické zpracování výsledku pre-testu a post-testu autorky práce B10

Správně tyto metody využila autorka práce B10, která pomocí statistických metod vyvodila závěry o efektivnosti navrhované výuky (viz obrázek 3). Shrnutí jednotlivých kategorií a podkategorií chyb nabízí tabulka 22.

Tabulka 22 Kvantifikace jednotlivých podkategorií chyb v diplomových pracích studentů

Kategorie chyb	Podkategorie chyb	Relativní četnost chyb v procentech
A) Tvorba hypotéz a výzkumných otázek	a. Absence výzkumných otázek nebo hypotéz u kvantitativních výzkumů.	29 % ze všech autorů prací
	b. Chybné stanovení hypotéz.	62 % ze všech autorů prací
	c. Zevšeobecnění na základě závěrů vyvozených z popisné statistiky.	88 % z autorů, kteří si stanovili hypotézy
B) Popisná statistika	a. Použití nevhodného typu grafu.	Nekvantifikováno
	b. Duplicita informací.	Nekvantifikováno
	c. Nepřehlednost grafů.	11 % ze všech autorů prací
	d. Nadbytečnost grafů a tabulek.	Nekvantifikováno
	e. Nedostatečné využití interpretačního potenciálu grafů a tabulek.	Nekvantifikováno
C) Statistické metody	a. Neuvedena metoda.	12 % ze všech autorů prací
	b. Chyba ve volbě a interpretaci metody.	Nekvantifikováno
	c. Nedostatečné využití statistických metod.	75 % ze všech autorů prací

VO 14: Citují studenti učitelství přírodopisu/biologie při psaní diplomových prací statisticky zaměřenou literaturu?

Další výzkumnou otázkou je, zda studenti používají statistickou literaturu. Pouze 35 % autorů analyzovaných prací obsahujících kvantitativní výzkum uvádí statistickou literaturu

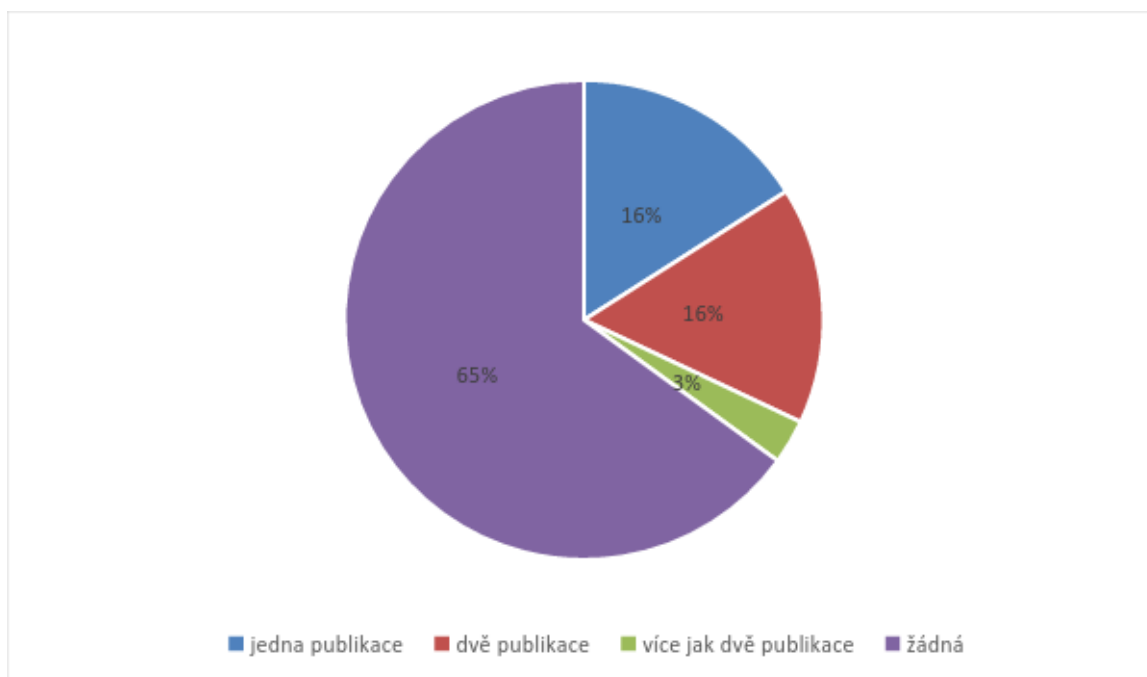
v seznamu zdrojů (někteří i více zdrojů, viz tabulka 23). Častým jevem (54 % z prací, kde je v použitých zdrojích uvedena) je i uvedení metodologicky orientované literatury v seznamu literatury, avšak v celé diplomové práci není nikde citována.

Příkladem může být diplomová práce A19 autorky, která ačkoliv ve své práci využila exponenciální vyrovnávání, což je poměrně pokročilá statistická metoda, neuvádí v literatuře žádnou metodickou knihu, ze které vycházela, na rozdíl od autorky práce A26, která správně cituje Chráska (2016) při využití chí-kvadrát testu.

Tabulka 23 Relativní četnost využití metodologicky orientovaných publikací v diplomových pracích

Publikace	Relativní četnost využití (v procentech)
Chráska (2016)	20
Gavora (2010)	15
Pelikán (2011)	9
Punch (2008)	8

Tabulka 23 uvádí nejčastěji citované metodologicky orientované publikace v analyzovaných diplomových pracích. Někteří autoři citují i tři knihy s touto tematikou, jiní naopak vůbec žádnou (viz graf 13), a to i v případě, že využívají vícerozměrných statistických metod, i když je zřejmé, že museli z nějakého zdroje vycházet.



Graf 13 Počet citovaných statistických publikací v diplomových pracích

3.3.4 Shrnutí výsledků

Při obsahové analýze diplomových prací bylo objeveno hned několik zajímavých poznatků:

- 1) Studenti, kteří se chystají psát diplomovou práci, si musí vybrat nejen téma práce, ale i způsob ověřování předpokladů. Je zřejmé, že cesta kvantitativního a smíšeného výzkumu je mezi studenty daleko oblíbenější než výzkum kvalitativní. Kvalitativní výzkum zvolilo pouze 28 % autorů analyzovaných diplomových prací. Při třídění diplomových prací do kategorií se také ukázal fakt, že řada aplikačně didaktických prací zcela nesplňuje požadavky na ně kladené. Studenti často nově vzniklou metodu nebo pomůcku vyzkouší pouze na malém vzorku žáků a jako popis ověření popíší průběh hodiny a vloží několik fotografií dokumentující skutečnost, že hodina proběhla. Je však otázkou, zda by ověřování nemělo vést ke zkvalitňování nástrojů výuky a zda by jeho cílem nemělo být zjištění, zda je nově vzniklá metoda nebo pomůcka lepší než v současné době používané metody a pomůcky.

- 2) Pokud studenti u kvantitativních výzkumů nestanoví výzkumné otázky a hypotézy, znemožňují tak jejich komparaci s jinými výzkumy. Pokud si studenti hypotézy stanoví, často tyto hypotézy nesplňují všeobecně uznávaná pravidla jejich tvorby. S tím úzce souvisí i skutečnost, že k ověřování těchto hypotéz používají zpravidla pouze popisnou statistiku a na základě výsledků z grafů nebo četnostních tabulek vyvozují závěry o hypotéze, tudíž v závěru celé práce tedy reálně nelze objektivně zhodnotit výsledek výzkumu. Pozitivní však je skutečnost, že studenti, kteří využili pokročilých statistických metod (například shlukové nebo faktorové analýzy), bylo jejich využití správné.
- 3) S tím úzce souvisí i fakt, že studenti často nasbírají data k ověření hypotéz, ale v práci je pouze popíší několika grafy a tabulkami. Závěry pak tvoří pouze z těchto souhrnných informací bez jakéhokoliv statistického testu. Studenti tak nevyužijí plný potenciál nasbíraných dat.
- 4) Dalším zajímavým poznatkem je, že studenti zřejmě nečerpají z dostupných zdrojů, které jim jsou k dispozici při zpracovávání diplomové práce. Navzdory tomu, že katedry vydávají pokyny a doporučení k vypracovávání závěrečných prací. Například Sebera (2012) uvádí nejpodstatnější zásady psaní práce, studenti je často nerespektují, a tak se dopouštějí nejrůznějších chyb. Neméně praktickým zdrojem dat jsou i knihy zabývající se pedagogickým výzkumem. Ty jsou v pracích citovány pouze sporadicky a často se nacházejí pouze v použité literatuře, ale fakticky v celé práci nejsou citovány. Hodnocení, zda studenti čerpají nebo nečerpají za statisticky zaměřené literatury, je pouze z analýzy závěrečných prací poměrně komplikované, neboť v této práci byly sledovány pouze zdroje, které byly uvedeny v citacích. Je možné, že studenti, ačkoliv tuto literaturu použili k nastudování statistických metod, ji neuvedli do seznamu použité literatury. V tomto ohledu by bylo zjevně lepší využít i metody rozhovoru s jednotlivými autory diplomových prací.
- 5) Studenti k analýze dat nejčastěji používají dostupný MS Excel, který ovšem ve výchozím nastavení nabízí pouze omezené či neintuitivní možnosti statistického

zpracování. S tím úzce souvisí i fakt, že častěji využívají pouze popisné statistické metody (grafy, tabulky) a nevyžívají induktivní či vícerozměrné statistické metody, které vyžadují hlubší porozumění aplikaci MS Excel anebo použití jiného softwaru.

Z výsledků této dílčí analýzy vyplývá, že studenti nejčastěji píší diplomové práce založené na empirickém výzkumu a více než 68 % analyzovaných prací využívá kvantitativního výzkumu. Ukazuje se však, že se studenti potýkají s problémy při zpracování i interpretaci dat. Jedním z možných důvodů může být skutečnost, že při zpracování své diplomové práce používá statistickou literaturu pouze 35 % studentů.

3.3.5 Diskuze

Studenti, kteří si psali práci založenou na teoretickém výzkumu, velmi často pouze popisovali pomocí rešerše současný stav poznání. Na to poukazuje i Němec (2013), který píše, že diplomové práce již mají obsahovat vlastní přínos autora a k rešeršní části by měla být přidána výzkumná část. Jak ukázaly výsledky této dílčí studie, více než polovina aplikačně-didakticky zaměřených prací zabývajících se tvorbou výukových programů, pomůcek nebo učebních textů neověřuje kvalitu vytvořeného materiálu. Výukový materiál v praxi ověří pouze jeho použitím a za zdokumentování považují vyfocení několika záběrů žáků pracujících v rámci výuky s daným materiálem. To je v souladu se zjištěními Papáčka (2010b), který uvádí, že některé závěrečné práce mají převážně deskriptivní charakter. Ale vzhledem k tomu, že pedagogům jde o kvalitu připravovaného materiálu, měl by být ověřen na větším množství žáků a následně by mělo být zkoumáno, zda je pro výuku vhodný, popřípadě vhodnější než současný výukový materiál. V tomto přístupu lze spatřit přínos diplomové práce, neboť je zde vidět snaha o zlepšování výukového procesu a zkvalitňování výukových materiálů.

Studenti se v průběhu kvantitativně orientovaného výzkumu často setkávají s několika problematickými oblastmi kvantitativního výzkumu:

- A) Tvorba hypotéz a výzkumných otázek

Lze předpokládat, že diplomanti neznají metodologii pedagogického výzkumu, a proto se často dostávají do situace, kdy ví, že by si u kvantitativních výzkumů měli stanovit výzkumné otázky nebo hypotézy, ale neví, jakým způsobem je stanovovat a jakým způsobem je ověřovat (Chráška, 2016). Tento problém následně vede k naprostému nepochopení testování hypotéz a ke snižování úrovně jinak pečlivě zpracovaných diplomových prací. Němec (2013) uvádí, že pokud se studenti rozhodnou vytvořit si hypotézy, pak při jejich tvorbě nedodržují základní požadavky pro jejich tvorbu, tzv. *zlatá pravidla tvorby hypotézy* (viz Gavora, 2010).

Prvním požadavkem je formulace hypotézy jako oznamovací věty. Lze předpokládat, že studenti často zaměňují pojem hypotéza a výzkumná otázka, která bývá zpravidla formulována jako tázací věta. Na rozdíl od hypotézy je ale empiricky neověřitelná, což je další Gavorův požadavek (Gavora, 2010). Posledním požadavkem je skutečnost, že hypotéza vyjadřuje vztah mezi dvěma proměnnými. Nedodržování těchto pravidel zřejmě plyne z jejich neznalosti a vyúsťuje v nesprávně stanovené hypotézy. Někteří studenti naopak vůbec hypotézy nestanovují, a tedy následně ani neověřují, a to navzdory tomu, že Chráška (2016, s. 17) píše, že hypotézy tvoří jádro kvantitativně orientovaných výzkumů.

S tímto problémem úzce souvisí fakt, že jsou hypotézy často uměle vytvářeny bez hlubšího smyslu, na což poukazuje i Radvan (2007). Pokud student sledoval chování malé populace vybraného živočišného druhu, těžko bude vytvářet na základě zjištěných dat kvantitativní výzkum. Zde je na místě zpracovat zjištěná data kvalitativními metodami a popřípadě je doplnit několika grafy, pokud to charakter získaných dat umožňuje.

S těmito chybami úzce souvisí i zásadní problémem, a to vyvozování závěrů z popisné statistiky. Studenti, kteří si špatně stanoví hypotézy nebo si je nestanoví vůbec, je nemohou nijak ověřit. Vzhledem k tomu, že nasbírali data, se je snaží uplatnit a odpovídají na výzkumné otázky nebo na nesprávně stanovené hypotézy na základě popisné statistiky. Závěry uvozené neurčitými formulacemi (např. „Zdá se, že ...“, „Z grafu je vidět, že...“, „Vypadá to, že...“) jsou pak pouhými domněnkami, a nikoliv vědecky podloženými závěry. Radvan (2007) uvádí, že tyto závěry jsou pro empirické statě nevhodné.

Skutečnost, že ve 21 % případů mají studenti vzorek menší než 30 respondentů, může být ovlivněná zejména podrobností dotazníku. U těchto výzkumů pak Švaříček & Šedřová

(2007) doporučují využít kvalitativní metody výzkumu. Tento názor podporuje i Radvan (2007), který uvádí, že již při přemýšlení o designu výzkumu je třeba uvažovat nad tím, jaký počet respondentů hodláme oslovit a jak podrobné informace od nich budeme chtít. Čím menší počet respondentů a čím podrobnější (hlubší nebo intimnější) informace požadujeme, tím spíše bychom měli využít kvalitativních metod (Chráška, 2016).

B) Popisná statistika

Shrnutí primárních dat do jednoduché, čtenáři srozumitelné informace, je úkolem popisné statistiky (Pelikán, 2011). Z výsledků této dílčí studie je zřejmé, že si diplomanti s tímto úkolem umí poradit, avšak se často nevyvarují některých chyb. Mezi ně patří například použití nevhodného typu grafu, duplicita informací, nepřehlednost grafů nebo naopak nadbytečnost grafů nebo tabulek, popřípadě nevyužití grafů a tabulek. Tyto chyby se v analyzovaných pracích opakují a lze tedy předpokládat, že je pro některé studenty komplikované zjištěná data náležitě popsat.

Zdá se, že studenti často vnímají praktickou část jako doplňkovou, a ne zcela související s jejich diplomovou prací, neboť se při konzultacích praktických částí k závěrečným pracím se často dotazují na optimální počet grafů nebo tabulek v diplomové práci (Hybšová, 2015). Na tuto otázku nelze odpovědět, neboť pomocí grafů a tabulek by měl být pouze usnadněn přenos informací od autora směrem ke čtenářům. Cílem tabulek a grafů je totiž zpřehlednit autorem dokládanou informaci (Gavora, 2010). Počet tabulek a grafů se tedy odvíjí od toho, co autor chce čtenáři sdělit. Univerzální počet zkrátka neexistuje.

Používání nevhodných typů grafu vyplývá zřejmě z malé zkušenosti autorů diplomových prací. Pokud by si autor zkusil vytvořit ze stejné informace jiný typ grafu, mohl by zjistit, že je z něj informace více patrná než z předchozího typu grafu. Dalším důvodem ale může být fakt, že studenti neumí z grafů číst, a tudíž nerozeznají rozdíl mezi jednotlivými typy grafů a informací, které tyto grafy nesou.

C) Statistické metody

Závažným problémem, který byl při analýze diplomových prací zjištěn, je nevyužívání statistických metod. Prokopová (2003, s. 5) se domnívá, „že se studentům může rozvinuté

statistické zpracování zdát příliš složité, nebo zbytečné, když jsou všechny naměřené hodnoty uspořádány do jednoduché a přehledné tabulky, ze které je jasné vidět, k jakým závěrům se dospělo.“ (Prokopová, 2003, s. 5). Skutečnost, že studenti využívají pouze popisných metod a na jejich základě vytváří závěry bez jakéhokoliv testování hypotéz, pak popisuje i Radvan (2007). K vytvoření zobecňujícího závěru u empirických výzkumů je třeba ověřit hypotézu pomocí statistického testu (Meloun & Militký, 2002), což se objevuje pouze ve 12 % analyzovaných diplomových prací. Příčinnou tak nízkého počtu mohou být dva faktory. Prvním je neznalost induktivních statistických metod. Druhým pak může být náročnost těchto metod, která studenty odrazuje od jejich využívání. Pozitivní však je, že z výsledků této dílčí studie vyplývá, že pokud se student rozhodl využít induktivních statistických metod (například shlukové nebo faktorové analýzy), využil je v naprosté většině správně. Lze předpokládat, že v těchto případech konzultoval statistické zpracování dat s odborníkem.

Ačkoliv někteří autoři (např. Chráska, 2016) popisují dotazníkové šetření jako jednu z nejtěžších metod kvantitativního výzkumu, studenti analyzovaných diplomových prací si tuto metodu vybírali nejčastěji. Vzhledem k tomu, že studenti necitují metodologickou literaturu, lze vyvozovat, že dotazník sestaví bez ohledu na statistické metody podle vlastního uvážení. S problémem, jak data z dotazníkového šetření zpracovat, se tak setkávají až ex post. Hybšová & Leppink (2015b) podotýkají, že by se studenti takových chyb mohli vyvarovat, pokud by lépe využívali dostupné zdroje informací (literaturu a dokumenty poskytované studentům fakultou nebo katedrou). Další možností je využívat znalosti z vysokoškolských kurzů, ve kterých jsou přednášena témata týkající se výzkumných metod (Hybšová & Leppink, 2015b).

Je třeba upozornit, že některé z výše uvedených nedostatků mají charakter pouze „kosmetický“, jiné jsou ale závažné. Například některé formální nedostatky grafů, duplicita informací nebo nedostatečné využití interpretačního potenciálu grafů a tabulek jsou nedostatky, které pouze mírně snižují kvalitu práce a v mnohých případech jsou téměř zanedbatelné. Například ale chyba ve volbě metody nebo její interpretaci je již závažným prohřeškem, neboť vede k chybným závěrům celé diplomové práce.

Němec (2013) uvádí, že magisterské práce na rozdíl od bakalářských mohou být více zaměřeny na dovednosti studentů vycházející ze schopnosti využívat výzkumné nástroje,

analyzovat a interpretovat data, kriticky přistupovat k teoretickým zdrojům, analyzovat dané teorie a aplikovat jejich poznatky do pedagogické a vědecké práce apod. Studenti didaktiky biologie si často musí informace týkající se metodologie vědy zjistit sami z dostupných zdrojů. S tím úzce souvisí schopnost studentů využít statisticky zaměřenou literaturu.

Z analýzy diplomových prací vyplývá, že studenti při psaní diplomových prací čerpají ze statisticky zaměřené literatury pouze omezeně, neboť jejich práce vykazují drobné nedostatky. Pouze 35 % autorů uvádí tuto literaturu v diplomové práci. Vzhledem k tomu, že téměř 82 % autorů se zabývá kvantitativním výzkumem, jehož součástí je i práce s daty, dalo by se říci, že je využívání statisticky zaměřené literatury nedostatečné. Lze ale předpokládat, že autoři přečetli nějakou publikaci zabývající se metodologií psaní závěrečné práce včetně možnosti zpracování dat, ale ve zdrojích ji neuvedli.

Z předchozí diskuze vyplývá otázka, jaká je příčina výše popsaných nedostatků v diplomových pracích studentů. Uvažovat lze prakticky o pěti příčinách:

1. Vedoucí práce

Vedení diplomové práce je velice náročný úkol, který vyžaduje nejen odborné znalosti, ale i značné úsilí vedoucího diplomové práce. Vedoucí diplomových prací na katedrách didaktiky biologie jsou odborníci v oblastech pedagogiky i biologie a jejich cílem je odvést kvalitní práce. Je samozřejmé, že umí pracovat i se statistickými metodami, avšak předávání těchto znalostí není jejich doménou a je pochopitelné, že se v pracích studentů objevují nedostatky ve zpracování dat. S tím souvisí i problém velkého počtu závěrečných prací na jednoho vedoucího. Řešení tohoto problému je však velice složité.

2. Autor práce

Daleko významnější příčinou mohou být sami autoři diplomových prací, neboť někteří na konzultace k vedoucímu dochází sporadicky a někdy téměř vůbec. Práci pak odevzdávají na poslední chvíli bez řádné kontroly vedoucího práce.

3. Statisticky zaměřená literatura

Možnou příčinou by mohla být statisticky zaměřená literatura, a to její nedostupnost nebo i to, že je tato literatura nevhodně psaná pro pedagogické obory. V současné době je ale na trhu hned několik učebnic kvantitativního výzkumu orientovaných přímo na pedagogy a

studenty pedagogických oborů. Studenti, kteří statisticky zaměřenou literaturu citují, nejčastěji uvádějí Chrásku (2016), Gavoru (2010), Pelikána (2011) a Punche (2008). Tyto učebnice jsou přiměřené pro pedagogy nejen z hlediska obsahu metod, ale i jejich vysvětlení. Mezi vhodné zdroje patří i Gavorova elektronická učebnice¹³. Z výše uvedeného se však tato příčina jeví jako málo pravděpodobná.

4. Statistické předměty a materiály od fakulty nebo katedry

Další možnou příčinnou by mohl být nedostatek informací poskytovaných vysokou školou. Tím je myšlen zejména nedostatek předmětů s tematikou kvantitativních (popř. kvalitativních) metod, které by studentům představovaly nejrozumnější metody výzkumné práce včetně metod zpracování dat. Analýzou předmětů se zabývali Hybšová & Leppink (2015a), kteří ve své práci analyzovali kurikula několika pedagogických oborů a zjišťovali, do jaké míry jsou studenti učitelství seznamováni s těmito metodami. Jejich závěrem bylo konstatování o nedostatečné implementaci předmětů informujících studenty o kvantitativních výzkumných metodách.

5. Neznalost zdrojů informací

Poslední možnou příčinnou je neznalost výše uvedených zdrojů informací, anebo jejich nevyužití. Pokud student neprojeví dostatek entuziasmu a nezajistí si dostatečné informace k psaní diplomové práce, vede to zejména ke snížení úrovně práce. Lze předpokládat, že se studenti učitelství přírodopisu/biologie zabývají zejména pedagogickými a biologickými tématy, která poutají jejich pozornost. Výzkumné metody, kterými ověřují své domněnky, pak nepovažují za příliš důležité, jak uvádí i Prokopová (2003). Ačkoliv jsou tématem své diplomové práce velice zaujatí a věnují veliké úsilí shánění zdrojů a informací, na informace o zpracovávání dat zapomínají.

3.3.6 Závěr

Tato dílčí studie si kladla za cíl popis, analýzu efektivnosti a účelovosti aplikovaných statistických metod v magisterských diplomových pracích studentů učitelství

¹³ Dostupná online na <http://www.e-metodologia.fedu.uniba.sk/>

přírodopisu/biologie, které obsahují kvantitativní výzkum. Ačkoliv diplomové práce i katedry musely být z etických důvodů anonymizovány, vypovídající hodnota této studie nebyla nijak snížena.

Ze 101 analyzovaných diplomových prací obsahovalo 68 prací kvantitativní výzkum. V těchto pracích bylo podrobně analyzováno využití statistických metod. Z této analýzy vyplynulo několik závěrů:

Studenti učitelství přírodopisu/biologie nejčastěji sbírají data pomocí dotazníkových šetření. Průměrná velikost takto zajištěného vzorku je 120 respondentů. V pětině diplomových prací bylo dotazováno méně než 30 respondentů.

Ve většině (83 %) analyzovaných diplomových prací byla využita pouze popisná statistika, zbylé práce využívají induktivní metody. Největším problémem analyzovaných prací je pak skutečnost, že jejich autoři na základě výsledků popisné statistiky usuzují na celou populaci, což je zavádějící. S tím souvisí i problematika tvorby hypotéz. Dalším problémem, se kterým se studenti při psaní závěrečných prací potýkají, je tvorba grafů, tabulek a empiricky ověřitelných hypotéz. Při tvorbě grafů a tabulek se studenti řídí intuitivně a v některých případech pak vznikají grafy a tabulky bez vypovídající hodnoty. Příklady takto vytvořených grafů a chybných hypotéz jsou uvedeny ve výsledcích této dílčí studie.

Jedním z důvodů výše uvedených problémů v diplomových pracích může být i neznalost literatury, která popisuje metodiku zpracování dat. Z této dílčí analýzy vyplynula skutečnost, že studenti tuto literaturu necitují. Je však možné, že studenti tuto literaturu při zpracování dat využívají, ale neuvádějí ji ve zdrojích.

3.4 Popis obsahu současných statistických kurzů, které jsou nabízeny studentům učitelství přírodopisu/biologie v rámci pregraduální přípravy pedagogických a přírodovědeckých fakultách v ČR.¹⁴

3.4.1 Cíl

Tato část disertační práce si klade za cíl najít odpověď na výzkumnou otázku (VO 6): „Jak jsou budoucí učitelé biologických oborů na Univerzitě Karlově připravováni na práci s daty a jejich statistickým vyhodnocováním?“, neboť statistika, jak již bylo řečeno, má v přípravě budoucích učitelů nezastupitelnou roli.

3.4.2 Metodika

Tato dílčí studie porovnává výuku statistiky v bakalářských studijních oborech Biologie se zaměřením na vzdělávání na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy (dále jen PŘF UK) a Biologie, geologie a environmentalistika se zaměřením na vzdělávání na Pedagogické fakultě Univerzity Karlovy (dále jen PedF UK), dále na ně navazujících magisterských oborech Učitelství přírodopisu/biologie pro SŠ (PŘF UK) a Učitelství všeobecně vzdělávacích předmětů pro ZŠ a SŠ – biologie (PedF UK). Výzkum oborů probíhal v letech 2015 a 2016.

Ačkoliv v bakalářském oboru Biologie, geologie a environmentalistika se zaměřením na vzdělávání na PedF UK není v povinných ani ve volitelných kurzech nabídka kurzu se statistickou tematikou, v magisterském navazujícím oboru Učitelství všeobecně vzdělávacích předmětů pro základní školy a střední školy – biologie byl v roce 2014 otevřen povinně volitelný kurz Biostatistika (ON2302052), který je přímo zaměřen na výuku statistiky pro budoucí učitele biologie. Na přírodovědecké fakultě se student v průběhu bakalářského studia může setkat s volitelným předmětem Základy biostatistiky (MS710P09) a v průběhu magisterského studia s nově otevřeným předmětem Výzkumné metody v přírodovědném vzdělávání (MB180C41). Studované předměty znázorňuje tabulka 24.

¹⁴ Kapitola je založena na článcích Hybšové a Leppinka (2015a) a Hybšové (2016a).

Tabulka 24 Předměty se statistickým obsahem určené studentům učitelství přírodopisu/biologie k 1. 1. 2016

Fakulta UK	Stupeň	Obor	Předmět
PedF	Bakalářský	Biologie, geologie a enviromentalistika se zaměřením na vzdělávání	Předmět se statistickým zaměřením není v nabídce.
PedF	Navazující magisterský	Učitelství všeobecně vzdělávacích předmětů pro ZŠ a SŠ – biologie	Biostatistika (ON2302052)
PřF	Bakalářský	Biologie se zaměřením na vzdělávání	Základy biostatistiky (MS710P09)
PřF	Navazující magisterský	Učitelství přírodopisu/biologie pro SŠ	Výzkumné metody ve vzdělávání (MB180C41)

Tyto statistické předměty byly dále podrobně analyzovány v následujících čtyřech oblastech, resp. podoblastech:

1. Statistický obsah předmětu:
 - a. úvod do statistické metodologie,
 - b. teorie pravděpodobnosti,
 - c. náhodná veličina a její pravděpodobnostní rozdělení,
 - d. výběr a popisné statistiky,
 - e. testování hypotéz,
 - f. porovnání dvou výběrů,
 - g. neparametrické metody,
 - h. analýza kategoriálních dat,
 - i. časové řady,
 - j. měření závislosti kvantitativních dat.
2. Časová dotace předmětu.
3. Povinná literatura k předmětu.
4. Aplikace ve vztahu k oboru studia.

Následně byly mezi sebou studované studijní obory porovnány podle míry implementace statistiky do výuky. K názornějšímu vysvětlení byly použity pavučinové, někdy nazývány též paprskové, grafy, které jsou vhodné pro porovnávání několika pořadových proměnných.

Za proměnné v této analýze byly zvolené výše uvedené oblasti, resp. podoblasti. Každá byla definována na škále od nuly do pěti. Deset oblastí statistického obsahu, které vycházejí ze standardního obsahu komplexních učebnic statistiky (Hindls, Hronová & Seger, 2002), bylo hodnoceno následovně:

- 0 – oblast se v sylabu nevyskytuje,
- 1 – oblast je v sylabu zmíněna, ale není nijak blíže specifikována,
- 2 – oblast je v sylabu zmíněna a krátce popsána její podstata,
- 3 – oblast je v sylabu popsána, ale v jejím popisu nejsou zmíněné některé části dané problematiky,
- 4 – oblast je v sylabu popsána vyčerpávajícím způsobem bez matematického aparátu,
- 5 – oblast je v sylabu popsána vyčerpávajícím způsobem včetně matematického aparátu.

Kromě statistického obsahu byla hodnocena i časová dotace a doporučená literatura. Časová dotace je údaj zjištěný v sylabu předmětu. Doporučená literatura byla hodnocena ve dvou parametrech – typ doporučené literatury k předmětu a aplikace doporučené literatury ve vztahu k oboru studia. Typ doporučené literatury k předmětu sledoval, zda je literatura k předmětu pedagogicky zpracována, anebo se jedná o matematicko-statistickou učebnici s množstvím statistických důkazů bez podrobných návodů k jednotlivým statistickým metodám, které by měly aplikační část pro demonstraci statistických postupů. Aplikace na obor studia byla kódována binárně:

- ano – v doporučené literatuře je alespoň jedna kniha zaměřená přímo na obor studia (např. Havránek, 1993),
- ne – v doporučené literatuře není ani jedna kniha zaměřená přímo na obor studia.

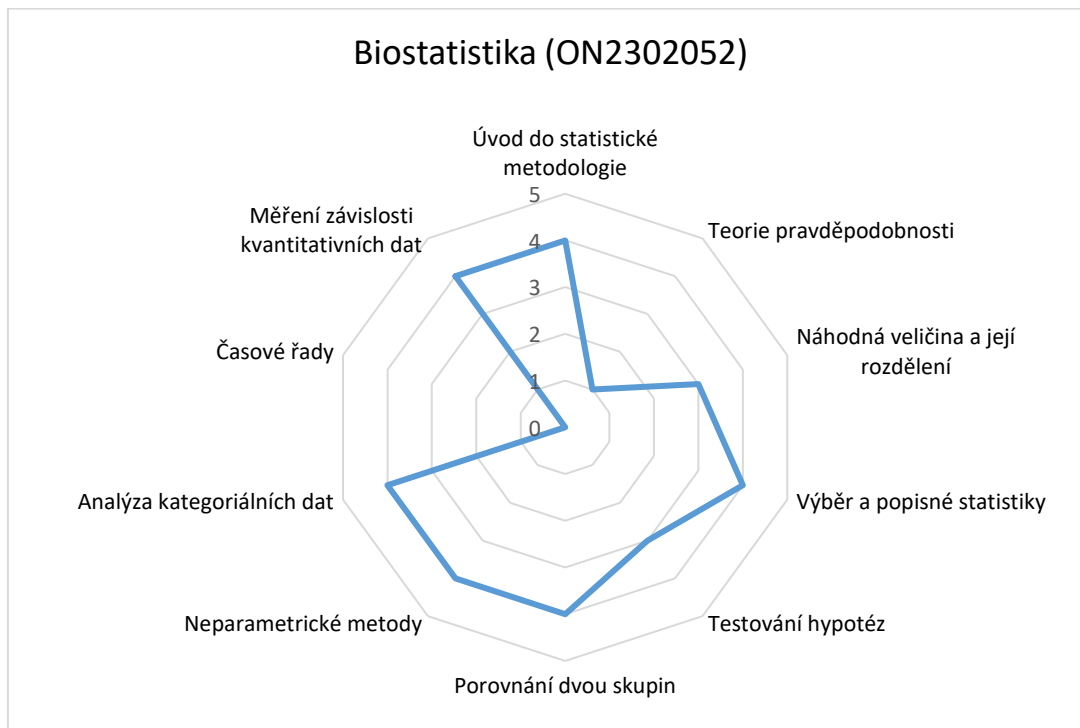
3.4.3 Výsledky

Kurz Biostatistika (ON2302052) vyučovaný na PedF UK v navazujícím magisterském studiu seznamuje posluchače s elementárními statistickými pojmy, možnostmi analýzy a prezentace biostatistických dat, některými prvky induktivního způsobu uvažování a s nejpoužívanějšími statistickými postupy a metodami, podmínkami použitelnosti,

přednostmi i nedostatky jednotlivých metod a naučí je správně interpretovat výsledky biologických a pedagogických výzkumů. Obsah kurzu zahrnuje následující témata (Hybšová & Leppink, 2015a, s. 10):

1. Úvod do biostatistiky. Význam biostatistiky v biologii a v učitelství. Biostatistický znak, náhodná veličina. Základní a výběrový soubor v biostatistice.
2. Analýza jednorozměrných biostatistických dat, četnosti, střední hodnoty, charakteristiky variability, grafické zobrazení. Grafy, tabulky.
3. Vícerozměrná biostatistická data. Testování hypotéz v biostatistice, vybrané parametrické a neparametrické testy, testovací kritérium, kritická hodnota. T-testy, F-test, Mann-Whitneyův pořadový test, Wilcoxonův test, znaménkový test.
4. Měření závislosti mezi kvantitativními a kvalitativními proměnnými (jednoduchá a vícenásobná regresní a korelační analýza, jednorozměrná analýza rozptylu, analýzy v kontingenčních tabulkách). Pearsonův koeficient, Spearmanův koeficient pořadové korelace.
5. Obecný postup analýzy biostatistických dat. Prezentace biostatistických výstupů.
6. Úvod do vícerozměrných metod.

Graf 14 znázorňuje témata rozdělená do deseti kategorií dle výše popsané metodiky, se kterými se studenti v průběhu kurzu seznámí. Je z něj patrný důraz na úvod do statistické metodologie, výběr a popisné statistiky, porovnání dvou výběrů, analýzu kategoriálních i kvantitativních dat a neparametrické metody, které jsou v pedagogice hojně využívány.



Graf 14 Statistický obsah předmětu Biostatistika (ON2302052) v magisterském studiu PedF UK

Kurz je naprosto oproštěn od matematických důkazů popisovaných statistických metody. Jeho cílem je studenty seznámit s možnostmi statistiky a v případě jejich hlubšího zájmu o ni, jim poskytnout dostatečný základ pro další studium.

Mezi doporučenou literaturu patří učebnice napsané Chráskou (2016) a Gavorou (2010), kteří se snaží ve svém výkladu statistických metod přizpůsobit čtenáři se středoškolskou úrovní matematiky.

Dalším kurzem dotýkajícím se statistiky je v navazujícím magisterském oboru povinný kurz Diplomový seminář I (ON1302008), který je určen po studenty, kteří se chystají obhajovat diplomovou práci. Hlavní náplní tohoto semináře je přiblížení jednotlivých kroků "vědecké metody" a jejich diskutování s ohledem na specifika řešení diplomového úkolu. V rámci předmětu se tak studenti dozvědí o kvantitativním výzkumu a několik lekcí je věnováno i úvodu do statistických metod. Cílem této krátké „exkurze“ do statistiky je pouze informovat studenty o jejích možnostech a v případě jejich zájmu je odkázat na statistika nebo potřebnou literaturu.

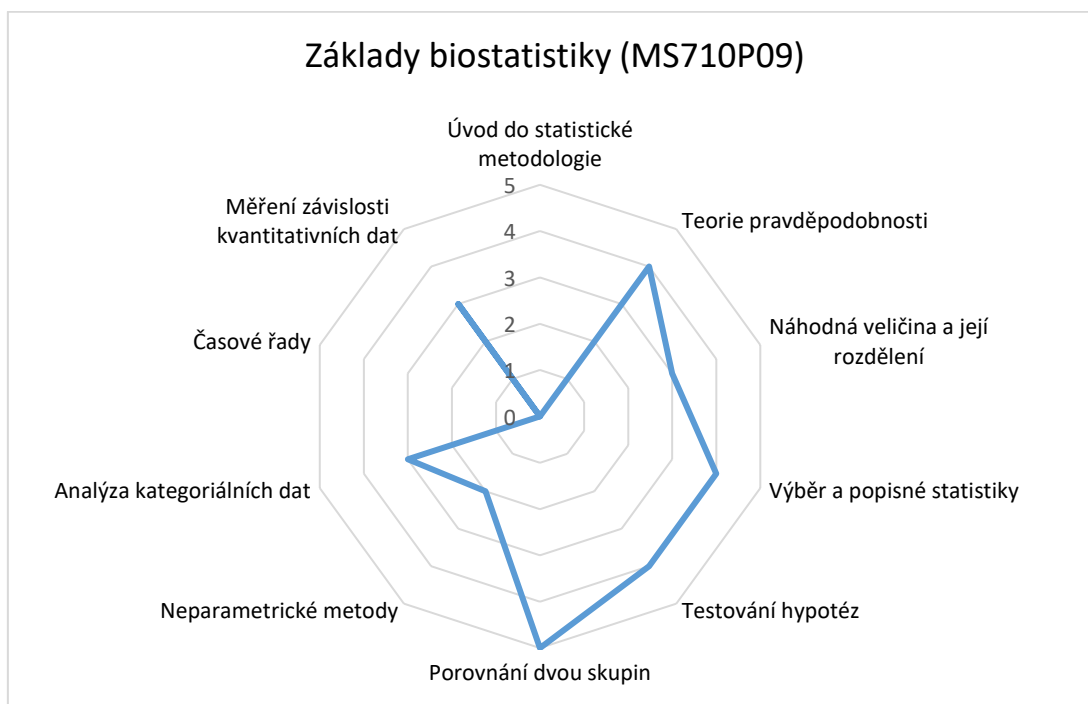
V neposlední řadě je třeba uvést volitelný Seminář k závěrečné práci (ON1302051), který je podobný koncepci Diplomového semináře I. Také je zde několik hodin věnováno kvantitativnímu výzkumu a jeho statistickému vyhodnocení. Opět jde pouze o letmý vhled do statistiky a jejích nástrojů.

Ačkoliv jsou kurzy k závěrečným pracím výbornou přípravou a kvantitativnímu výzkumu je v nich věnováno místo, jsou bohužel zařazeny v posledním semestru studia, což už bývá zpravidla pozdě, neboť kvantitativní výzkum je náročný na přípravu a studenti jsou tak seznámeni s možností využití kvantitativních metod poměrně pozdě.

Kurz Základy biostatistiky (MS710P09) je vyučován na PřF UK v bakalářském studiu. Ačkoliv je v anotaci kurzu napsáno, že je jeho cílem seznámit posluchače se základními pojmy statistiky, zahrnuje kurz širokou paletu témat (Zvára, 2014):

1. popisné statistiky,
2. relativní četnost a pravděpodobnost, nezávislost, Bayesova věta,
3. náhodná veličina a její rozdělení, charakteristiky náhodných veličin,
4. základní soubor a náhodný výběr, parametr a jeho odhad, princip testování hypotéz,
5. testy o jenom výběru, párové testy (klasické i neparametrické),
6. testy o dvou výběrech (klasické i neparametrické),
7. princip analýzy rozptylu,
8. statistická závislost (korelace, lineární regrese),
9. závislost kvalitativních veličin, kontingenční tabulky.

Graf 15 znázorňuje v grafické formě obsah předmětu rozdělený do deseti kategorií dle výše popsané metodiky. Nejpodrobněji se studenti seznámí s tématem *Porovnání dvou výběrů*. Kurz se podrobně věnuje tématům z *Teorie pravděpodobnosti*, *Výběru a popisné statistice*, *Testování hypotéz*, *Analýze kategoriálních dat* a *Měření závislosti kvantitativních dat*.



Graf 15 Statistický obsah předmětu Základy biostatistiky (MS710P09) v bakalářské studium PřF UK

Na cvičeních kurzu, která probíhají v počítačových učebnách s využitím statistického programu R, jsou zpracovávána převážně reálná data studentů. Student by se v kurzu měl naučit samostatně používat běžné biostatistické postupy a ve složitějších případech se nerozpakovat vyhledat kvalifikovanou pomoc (Zvára, 2014).

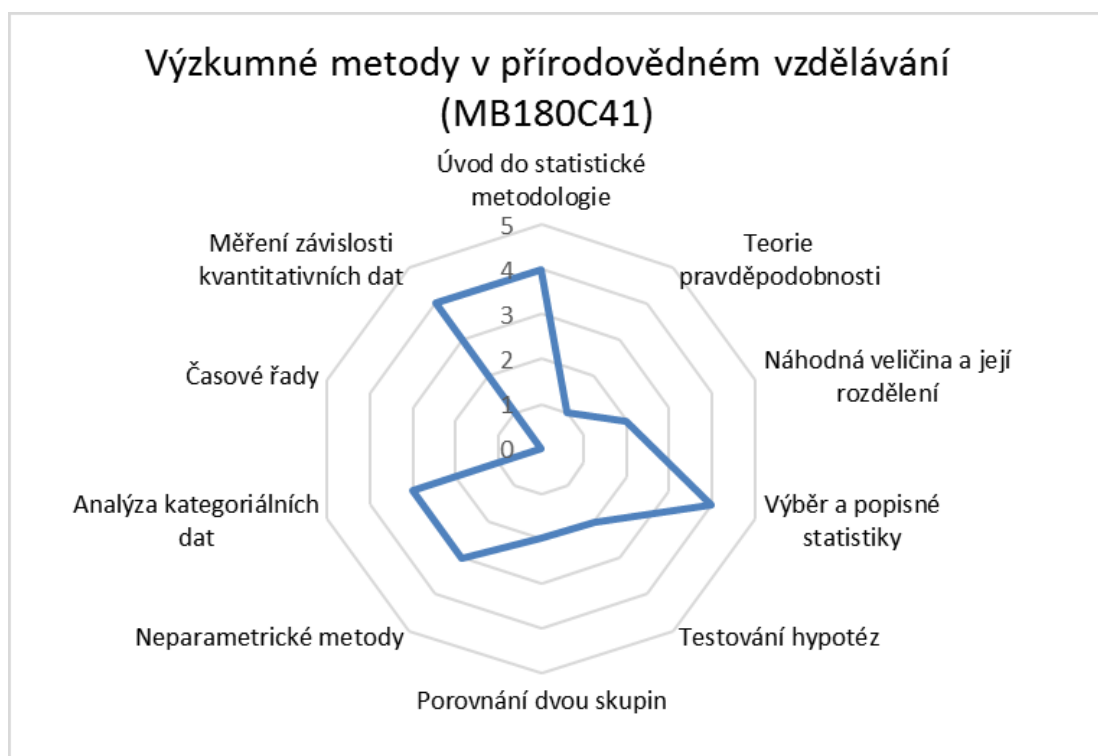
Mezi povinnou literaturu kurzu patří poměrně matematicky náročné učebnice Zváry (1989, 2001, 2013) a Havránka (1993), k jejichž prostudování je nezbytná znalost vysokoškolské matematiky.

Nespornou výhodou kurzu je jeho časová dotace – má jak přednášky, tak i cvičení. Nevýhodou však je jednoznačně to, že jsou cvičení vedená ve statistickém programu R, který, ačkoliv je zdarma, vyžaduje znalosti základů programování.

Do magisterského studia byl nově zařazen od roku 2013/2014 předmět Výzkumné metody v přírodovědném vzdělávání (MB180C41) s časovou dotací 0+2. Předmět má tedy jen jedno cvičení v rozsahu dvou vyučovacích hodin. Kurz je zaměřen na kvantitativní a kvalitativní metody pedagogického výzkumu v didaktice přírodovědných předmětů s důrazem na didaktiku biologie. Pro studenty je přínosný zejména jako metodický průvodce pro psaní diplomové práce. Studenty seznámí se zásadami plánování výzkumu, návrhem výzkumných

hypotéz i základními metodami sběru dat. Nedílnou součástí je také úvod do statistiky – seznámení s typy proměnných a základy statistického vyhodnocování dat. Kurz probíhá formou semináře, kde se mísí výklad učitele s aktivní prací studentů.

Graf 16 znázorňující graficky míru zastoupení jednotlivých témat v předmětu Výzkumné metody v přírodovědeckém vzdělávání (MB180C41) vypovídá o tom, že se studenti v tomto předmětu seznámí podrobně s tématy *Úvod do statistické metodologie*, *Výběr a popisná statistika* a *Měření závislosti kvantitativních dat*. Méně podrobně se v kurzu hovoří i o *Neparametrických metodách* a *Analýze kategoriálních dat*. V sylabu předmětu není vůbec zmíněno téma *Časových řad*.



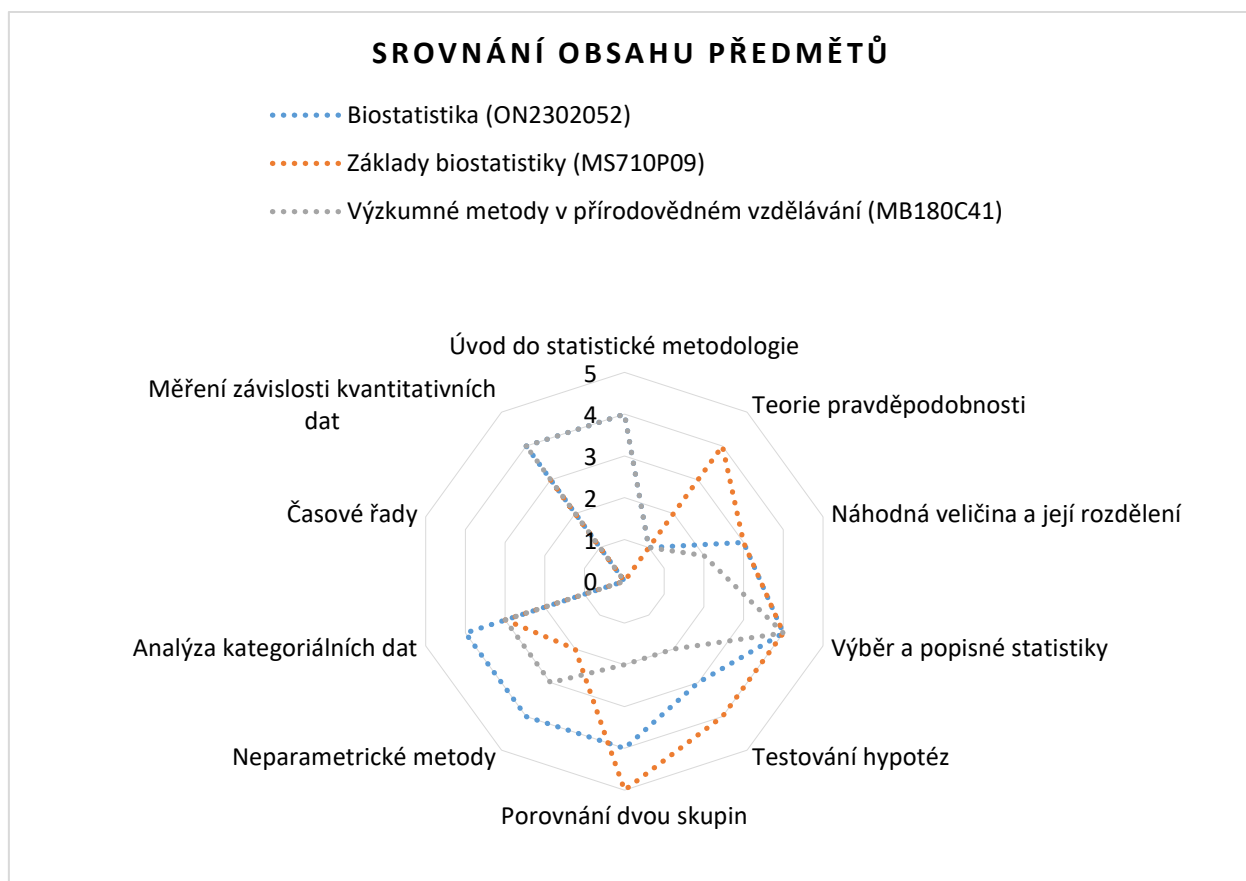
Graf 16 Statistický obsah předmětu Výzkumné metody (MB180C41) v přírodovědném vzdělávání v magisterském studiu PřF UK

Mezi povinnou literaturu tohoto kurzu patří *Metody pedagogického výzkumu* (Chráska, 2016), *Úvod do pedagogického výzkumu* (Gavora, 2010) a *Kvalitativní výzkum v pedagogických vědách* od Švaříčka a Šedové (2007). Všechny tyto učebnice jsou na rozdíl od učebnic doporučovaných k bakalářskému kurzu *Základy biostatistiky* (MS710P09)

uzpůsobené pro potřeby pedagogů a výklad je postupný a daleko lépe uchopitelný pro nematematicky zaměřené obory.

Dalším předmětem, který se dotýká výuky statistiky na PřF UK, je Didaktická diagnostika ve výuce přírodovědných předmětů (MB180C24). Kurz je zaměřen na možnosti hodnocení a klasifikace žáka na základních a středních školách. Důraz je kladen na přípravu a hodnocení didaktických testů a časté chyby učitelů při zadávání testů v reálných podmínkách. Předmět je zde zmíněn zejména proto, že mezi povinnou literaturu, která se úzce dotýká statistiky, patří již zmiňovaný Gavora (2010).

Srovnání obsahu předmětů nabízí graf 17. Z tohoto grafu je zřejmé rozdílné pojetí porovnávaných předmětů, které vychází z rozdílných témat, jimž se kurzy věnují.



Graf 17 Srovnání statistického obsahu vybraných předmětů oborů učitelství přírodopisu/biologie na Univerzitě Karlově

Dále byla analyzována literatura doporučená k jednotlivým předmětům (viz tabulka 25). Z té jsou patrné rozdíly v časových dotacích i typu doporučené literatury.

Tabulka 25 Srovnání předmětů dle časové dotace, doporučené literatury a aplikace ve vztahu k oboru studia

Předmět	Pedagogická fakulta	Přírodovědecká fakulta	
	Biostatistika (ON2302052)	Základy biostatistiky (MS710P09)	Výzkumné metody v přírodovědném vzdělávání (MB180C41)
1. Časová dotace (přednáška + cvičení)	0+2	2+2	0+2
2. Doporučená literatura	pedagogická	matematicko-statistická	Pedagogická
3. Aplikace ve vztahu k oboru studia	ano	spíše ne	Ano

3.4.4 Shrnutí výsledků

Z porovnání obsahů sylabů předmětů se statistickou tematikou (viz graf 17) jsou na první pohled zřejmé některé odlišnosti ve statistickém obsahu předmětů. Ty nejzajímavější jsou zde shrnuty:

- 1) V předmětu Základy biostatistiky (MS710P09) je zcela zanedbáno úvodní téma do statistické metodologie navzdory tomu, že je jeho význam veliký. Studenti mají ze statistiky často strach, a proto je třeba věnovat tomuto úvodnímu tématu dostatek času a seznámit studenty s užitečností statistiky v jejich oboru studia, a tím je motivovat k dalšímu studiu.
- 2) *Teorie pravděpodobnosti* je probírána pouze okrajově v předmětech Biostatistika (ON2302052) a Výzkumné metody v přírodovědném vzdělávání (MB180C41). Lze předpokládat, že vyučující těchto předmětů nepovažují toto téma jako vhodné pro budoucí učitele biologie. Předmět Základy biostatistiky (MS710P09) tomuto tématu věnuje více času. Tento fakt souvisí s tím, že kurz Základů biostatistiky je orientován více na matematickou statistiku a dává studentům hlubší pohled do statistických metod. Ostatní kurzy probírají jen vybraná témata, a to do té míry, aby byli studenti obeznámeni s šíří a rozmanitostí statistiky a mohli ji použít ve svých závěrečných pracích.

- 3) Ani jeden z kurzů se nevěnuje tématu *časových řad*. Lze předpokládat, že hlavním důvodem je složitost a komplexnost tohoto tématu. Ačkoliv se v biologii velice často zpracovávají data, které mají charakter časových řad, je to soubor metod, které jsou příliš náročné, a vyučovat je budoucí učitele biologie by nebylo smysluplné.
- 4) Předmět Biostatistika (ON2302052) věnuje velkou pozornost *neparametrickým metodám* oproti ostatním předmětům. Vzhledem k faktu, že se v pedagogice velice často vyskytují malé vzorky, které nesplňují předpoklady použití parametrických metod, lze vyšší časovou dotaci určenou tomuto tématu považovat za přiměřenou a vhodnou.

Z analýzy doporučené literatury vyplývá, že v předmětu Základy biostatistiky (MS710P09) jsou učitelé přírodopisu/biologie v oblasti statistiky připravováni zejména podle matematicky náročných učebnic (např. Zvára, 2001). S čímž souvisí i výše zmíněná úvaha nad tím, že se tento předmět zaměřuje podrobněji na matematickou statistiku než ostatní dva předměty. Na trhu jsou však již daleko vhodnější učebnice, které jsou přímo určeny pro učitele a probírané statistické metody jsou vhodně vybrány, a hlavně ilustrovány dle potřeb budoucích učitelů. Tyto učebnice jsou doporučenou literaturou k předmětům Biostatistika (ON2302052) a Výzkumné metody v přírodovědném vzdělávání (MB180C41).

Například Chráska (2016) se velmi podrobně zabývá neparametrickými metodami, které jsou v pedagogice daleko využitelnější než parametrické. Ve Zvárových učebnicích jsou často uváděny matematické důkazy, které jsou pro učitele často zbytečné. Naopak Chráskova učebnice neodradí čtenáře přílišným využíváním vzorců. Švaříček & Šedřová (2007) a Gavora (2010) též popisují využití statistiky v pedagogice a používají méně vzorců a matematicky náročných odvození jednotlivých metod.

Je možné, že literatura doporučená ke kurzu se odvíjí i od toho, kdo kurz učí. Vystudovaný statistik nebo matematik dá zřejmě přednost matematicky přesné, ale pedagogicky nezpracované učebnici statistiky před uživatelsky příjemnou učebnicí, kde jsou navíc uvedeny příklady z praxe. Právě příklady z praxe a příklady tematicky zaměřené na biologii mohou studentům statistiku přiblížit.

Ladislav Kvasz (1997), jeden z autorů učebnic statistiky, se ptá ve svém článku: *Proč nám nerozumějí?* Dochází k názoru, že je studentům předávána látka, na kterou nejsou připraveni. Nebo se učí něco, co v běžném životě a pedagogické praxi nikdy nevyužijí. Právě z těchto důvodů by pro nestatistiky a nematematiky měla být statistika vykládána jiným způsobem. Ideálně takovým, který předpokládá u studentů znalosti matematiky na středoškolské úrovni a využívá zejména vhodných ilustrativních příkladů, které jsou aplikovatelné v oblastech, ve kterých budou následně studenti působit.

Zajímavý je i rozsah výuky jednotlivých předmětů. Předměty Biostatistika (ON2302052) a Výzkumné metody v přírodovědném vzdělávání (MB180C41) mají pouze jedno cvičení týdně na rozdíl od Základů biostatistiky, které mají nejen cvičení ale i přednášku, viz tabulka 25. Lze předpokládat, že právě u Základů biostatistiky je nutná větší časová dotace, protože se pracuje s matematicky náročnější literaturou a studenty je tedy nutné uvést i do matematické statistiky. Díky těmto faktům byla následně zhodnocena i implementace předmětu na obor studia u Základů statistiky hodnocená jinak než u ostatních předmětů (viz tabulka 25).

Dalším závěrem vyplývajícím z výzkumu je fakt, že všechny výše popsané předměty jsou pouze volitelné. Student se tedy se statistikou v průběhu studia vůbec nemusí setkat, což je vzhledem k tomu, že má na konci studia napsat kvalitní závěrečnou práci, problematické.

Výše uvedená studie byla později rozšířena o další přírodovědné obory (podrobněji viz Hybšová, 2016a) – Biologie, Lékařství a Demografie, otevírané Přírodovědeckou fakultou univerzity Karlovy. Z tohoto rozšíření vyplývá, že obor Demografie obsahuje jednoznačně nejvíce kurzů se statistickým obsahem – sedm, zatím co další obory obsahují srovnatelně kurzů se statistickým obsahem jako obory učitelství přírodopisu/biologie. U studentů Biologie tři kurzy a u studentů Všeobecné lékařství dva kurzy. Rozsah i témata jsou však u oborů Demografie, Biologie a Všeobecné lékařství výrazně širší než u oborů učitelství přírodopisu/biologie. Kurzy navíc zpravidla obsahují i praktická cvičení na počítačích a práci ve statistických softwarech (SPSS, Statistica nebo SAS). Studenti demografie se navíc seznamují se softwary R a Matlab, které vyžadují základní znalosti programování. Ačkoliv je časová dotace kurzů vyšší než u kurzů pro studenty učitelství přírodopisu/biologie, je látka

natolik rozsáhlá, že lze předpokládat, že si studenti některá témata osvojí pouze povrchově a v později je v praxi nebudou umět uplatnit.

Z této dílčí studie vyplývá, že studenti učitelství přírodopisu/biologie mají možnost se ve statistice vzdělávat pouze omezeně. Nabízené statistické kurzy jsou většinou pouze volitelné. I pojetí těchto kurzů je velice rozdílné. Skutečnost, že jsou některé zaměřené matematicky a jiné spíše aplikačně, vede k rozdílné statistické gramotnosti jejich absolventů.

3.4.5 Diskuze

Za účelem vzdělávání ve statistice (v didaktické a vědecké znalosti statistické gramotnosti) vznikají na vysokých školách kurzy statistiky určené pro studenty učitelství přírodopisu/biologie. Aby tyto kurzy byly co nejefektivnější, je zapotřebí analyzovat potřeby studentů učitelství přírodopisu/biologie a kurzy následně upravovat podle potřeb těchto studentů tak, aby odpovídaly jejich potřebám. Kurzy by měly rozvíjet zejména vědeckou a didaktickou statistickou gramotnost, neboť právě ty jsou po učiteli často vyžadovány. Spilková & Vašutová (2008, s. 345) uvádějí, že se za poslední desetiletí zásadně změnila role učitele. Učitel dnes zastává celou řadu rolí. Mimo role vzdělavatele je po něm často vyžadována i role vědce (Spilková & Vašutová, 2008, s. 345). Aby učitel mohl tyto role zastávat, musí si v rámci pregraduální přípravy osvojovat nejen psycho-didaktické kompetence (Dytrtová, 2009), ale i kompetence výzkumné (Seberová, 2006). Učitel přírodopisu/biologie tedy musí být vzděláván nejen v oboru přírodopisu/biologie, ale i v příbuzných oborech. Jednak aby mohl uplatňovat mezipředmětové vazby, a také aby se zdokonaloval ve výše uvedených kompetencích. Mezi tyto příbuzné obory patří i statistika, neboť jak popsala Hybšová (2015b), existují tři sféry statistické gramotnosti a dvě z nich didaktická a vědecká, jak již samotné jejich názvy napovídají, jsou úzce spojeny s didaktickými a výzkumnými kompetencemi. To všechno musí kurzy statistiky pro budoucí učitele přírodopisu/biologie reflektovat. Aby to bylo možné, je nezbytné analyzovat statistické kurzy, které jsou nabízeny studentům učitelství přírodopisu/biologie.

V této dílčí studii byly porovnány statistické předměty nabízené studentům učitelství přírodopisu/biologie na PřF UK a PdF UK. Je zřejmé, že analýza založená na informacích získaných pouze z dvou fakult, které vzdělávají učitele přírodopisu/biologie, je analýzou velmi zúženou. Avšak jde o studii kvalitativního charakteru, jejímž účelem je podrobně

popsat aspekty jednotlivých statistických kurzů, které tyto fakulty studentům učitelství přírodopisu/biologie nabízí. Je na uvážení každé katedry/fakulty, zda stojí o podobnou analýzu stavu svých statistických kurzů a jejich případnou revizi. Příloha 4 pak nabízí zájemcům určitý metodický návrhy k tvorbě a revizi statistického předmětu určeného pro studenty učitelství přírodopisu/biologie.

Z této dílčí studie je patrné, že se analyzované kurzy liší hned v několika aspektech jako je obsah kurzu, časová dotace, forma kurzu (přednáška nebo cvičení). Avšak o tom, jaké metody a postupy jsou v kurzu používány lze ze sylabů vyvozovat pouze z doporučené literatury, ze softwaru, který je v rámci kurzu využíván, a z časové dotace, která je kurzu přidělena.

Ačkoliv je v současné době na trhu celá řada učebnic statistiky pro pedagogické nebo biologické obory (např. Gavora (2010), Havránek (1993), Chráska (2016), Pelikán (2011), Zvára (2001) a další), úroveň jejich didaktického zpracování, a tudíž i vhodnosti pro tyto obory, je značně rozdílná. Některé vyžadují hlubší znalost matematiky (např. Havránek, (1993), Zvára (2001)), avšak studenti učitelství přírodopisu/biologie ve své vysokoškolské přípravě žádný kurz matematiky zpravidla nemají. To může být i důvodem, proč je nejvyužívanější učebnice Chráska (2016) a Gavory (2010), neboť tyto učebnice nevyžadují vysokoškolskou znalost matematiky. K názoru, že by vysokoškolské kurzy měly být podpořeny literaturou, která využívá méně matematického výkladu, došel i Hebák (2007b). S tím souvisí i fakt, že úvodní statistické kurzy mají nízkou časovou dotaci (viz tabulka 25) a z toho důvodu není možné probrat nejen principy statistického uvažování, ale i matematický aparát, který je ke statistickým výpočtům potřeba. Dalším důvodem může být i složitost textu. Některé učebnice definují statistický pojem a nadále s ním pracují a nevracejí se již k významu statistického pojmu. Nedostatečné osvojení si základních pojmů a principů statistiky popisuje také Kvaszová (2009), která vysvětluje neporozumění statistice právě zkrácením nebo vynecháním popisu statistického myšlení a jeho principů. Statistické učebnice často popisují statistiku jako soubor vzorců a složitých postupů, než aby ji vykreslovali jako vědu logickou a užitečnou v nejrůznějších odvětvích. To pak vede ke strachu ze statistiky a vytváření bariér pro její budoucí užívání (Skalská, 2012). Stejného

názoru je Brown & Kass (2009), kteří uvádí, že by učebnice (stejně jako statistické kurzy) měly klást větší důraz na statistické myšlení a důslednou aplikaci tohoto principu.

V neposlední řadě je třeba poznamenat, že přednost by měly dostávat takové učebnice, které obsahují postupy, které pokrývají většinovou část výzkumných otázek konkrétního oboru. Z tohoto důvodu je např. zřejmé, že pro studenty učitelství přírodopisu/biologie by měla literatura pokrývat jak parametrické, tak i neparametrické statistické metody, neboť z analýzy statistických konzultací i z analýzy diplomových prací vyplývá, že studenti učitelství přírodopisu/biologie využívají oboje.

I proto je možné, že studenti učitelství přírodopisu/biologie i autoři sylabů kurzů popisovaných v analýze sylabů, dávají přednost Gavorově učebnici (2010), která popisuje i parametrické i neparametrické metody. To se potvrdilo i v analýze konzultací statistických problémů studentů (viz kapitola 3.4), ze které opět vyplývá, že studenti učitelství přírodopisu/biologie využívají jak parametrických, tak i neparametrických metod, což by mělo být zohledněno také při tvorbě sylabu statistického kurzu.

3.4.6 Závěr

Je patrné, že studenti přírodopisu/biologie neznají statistické pojmy, které si měli osvojit v průběhu základní a střední školy, a proto je úlohou vysoké školy, aby vzdělávala tyto studenty mimo jiné i ve statistice. Cílem této dílčí studie bylo zjistit, jak jsou budoucí učitelé biologických oborů na Univerzitě Karlově připravováni na práci s daty a jejich statistickým vyhodnocováním. Ačkoliv by tato dílčí studie zasluhovala podrobnou analýzu sylabů oboru učitelství přírodopisu/biologie i dalších vysokých škol, nebyla by tato kvalitativní analýza realizovatelná. Z tohoto důvodu byly analyzovány pouze sylaby učitelství přírodopisu/biologie pouze na jedné vysoké škole – Univerzitě Karlově. Je však patrné, že z této dílčí studie nelze dělat zevšeobecnující závěry. Avšak nabízí podrobný popis vzdělávání studentů učitelství přírodopisu/biologie na Karlově Univerzitě a je vodítkem k obdobné analýze na dalších vysokých školách.

Z této dílčí studie vyplynula zejména rozmanitost nabízených statistických kurzů. Někteří studenti se v průběhu svého studia se statistikou a kvantitativním výzkumem téměř nemusí setkat, neboť značná část kurzů je pouze volitelná. Témata probíraná v rámci statistických kurzů jsou velmi odlišná. Některé kurzy se podrobně věnují úvodu do statistiky a statistického myšlení, jiné pak této látce věnují pouze úvodní přednášku. Analyzované kurzy se liší nejen skladbou jednotlivých témat, ale i časovou dotací. Některé nabízí mimo přednášek i cvičení se zaměřením na využití statistických softwarů.

Mimo rozsahu a obsahu přednášek a cvičení byla analyzována i doporučená literatura k těmto kurzům. Ačkoliv učitelé přírodopisu/biologie v průběhu studia neabsolvují žádný vysokoškolský kurz matematiky, některá doporučená literatura ke statistickým kurzům vychází právě ze znalostí matematiky na úrovni vysoké školy. To znamená, že je pro studenty učitelství přírodopisu/biologie nevhodná.

Závěrem lze shrnout, že jsou studentům učitelství přírodopisu/biologie na jedné univerzitě nabízeny zcela odlišné kurzy, které jsou velmi rozdílné v obsahu, rozsahu, tak i v požadavcích na studenty. Některé jsou upravené tak, aby vyhovovaly studentům učitelství přírodopisu/biologie, jiné takto přizpůsobeny nejsou.

3.5 Popis konzultací statistických problémů studentů učitelství přírodopisu/biologie.¹⁵

Určitým doplňkem analýzy diplomových prací je analýza konzultací statistických problémů v rámci psaní závěrečných prací. Konzultace by měly být doplňkem k předmětu, kde jsou probrány základní metody a analýzy a v konzultacích by měla být studentům nabídnuta pomoc s jejich aplikací, případně by měly být aplikovány další postupy, které jsou nad rámec standardního předmětu.

3.5.1 Cíl

Studenti učitelství přírodopisu/biologie jsou v rámci svého studia připravováni také na psaní závěrečných prací. Jsou zběžně seznamováni i s metodami výzkumu, který mohou využít při ověřování výzkumných otázek, které si stanovili před psaním závěrečné práce. Pokud se rozhodnou využít kvantitativního výzkumu často se setkávají s problémem, jak zpracovat a vyhodnotit získaná data. Jednou z možností podpory studentů v tomto nelehkém úkolu je zavedení konzultací se statistikem, který pomůže studentovi najít vhodnou metodu výzkumu a upozorní ho na všechna úskalí použití zvolené metody.

Cílem této dílčí studie je analyzovat konzultace se statistikem, které jsou nabízeny studentům na Katedře biologie a environmentální studií na Pedagogické fakultě Univerzity Karlovy (dále jen KBES). Konzultace však využívali i studenti Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy, která nabízí taktéž obor zaměřený na učitelství přírodopisu/biologie.

K naplnění tohoto dílčího cíle byly stanoveny následující výzkumné otázky:

VO 7: Jaký je průměrný sledovaný vzorek u kvantitativního výzkumu v diplomových pracích studentů učitelství přírodopisu/biologie?

VO 8: Dokáží studenti učitelství přírodopisu/biologie správně stanovit výzkumnou hypotézu?

VO 9: Jaké metody chtějí studenti učitelství přírodopisu/biologie využít při psaní diplomové práce?

¹⁵ Kapitola je založena na článku Hybšové (2015c).

VO 10: Jaké statistické metody jsou nejčastěji navrhovány statistikem studentům učitelství přírodopisu/biologie během konzultací?

VO 11: Jakou statistickou pomoc studenti v rámci statistických konzultací vyžadují?

3.5.2 Metodika

K naplnění cílů práce probíhaly po dobu čtyř let konzultace závěrečných prací studentů bakalářských, magisterských i doktorských programů. K 1. září 2016 proběhlo 67 konzultací se 45 studenty, z čehož bylo jedenáct bakalářských, dvacet jedna diplomových a třináct disertačních prací (podrobněji viz tabulka 26). Tyto konzultace mají dobrovolný charakter, a proto vzorek není náhodný a lze předpokládat, že zájem o konzultace projeví zejména aktivnější studenti.

Tabulka 26 Počet konzultací v jednotlivých letech

Typ konzultované práce	Akademický rok 2013	Akademický rok 2014	Akademický rok 2015	Akademický rok 2016	Celkem
Bakalářské	1	3	5	5	14
Diplomové	2	7	11	9	29
Disertační	4	5	5	10	24
Celkem	7	15	21	24	67

V rámci sledování konzultací byl zaveden výzkumný deník. Vždy na nový list tohoto deníku byl zaznamenán název závěrečné práce a jméno jejího autora. Na tento list byly u každého autora a názvu závěrečné práce zaznamenávány tyto parametry (v závorkách jsou uvedeny možné odpovědi):

- typ závěrečné práce (bakalářská, diplomová, disertační),
- metoda výzkumu (kvantitativní, kvalitativní, smíšený),
- způsob sběru dat (pozorování, dotazníkové šetření, ohnisková skupina, ...),
- velikost zkoumaného vzorku (počet respondentů, počet sledovaných zvířat atp.),

- správnost hypotéz ve smyslu Gavorových (2010) zlatých pravidel hypotézy¹⁶ (ano, ne),
- návrh studenta – Jakou má student představu o zpracování dat a jaké statistické metody by rád využil,
- návrh statistika – Statistické metody navržené statistikem k vhodnému zpracování dat.
- Úroveň pomoci statistika byla kategorizována následovně:
 1. Studentovi stačí jen doporučit vhodnou literaturu, ze které si doporučené statistické metody sám nastuduje, zpracuje a interpretuje.
 2. Studentovi stačí jen doporučit vhodnou literaturu, ze které si doporučené statistické metody sám nastuduje a zpracuje. Studentovi je třeba pomoci s interpretací výsledků metod.
 3. Student potřebuje pomoci i s vysvětlením metod a objasněním nejasností, které vyvstanou v průběhu zpracovávání dat.
 4. Student nezvládne zpracovat data samostatně a potřebuje po celou dobu asistenci statistika.
- Doplnující poznámky – Zde byly doplněny postřehy z vlastního rozhovoru se studenty. Ti uváděli nejrůznější potíže, se kterými se v rámci sběru a zpracování dat setkali. Tyto potíže byly pečlivě zaznamenávány a následně vyhodnoceny.

List deníku výzkumníka znázorňuje tabulka 27.

¹⁶ Ve smyslu Gavorových zlatých pravidel (Gavora, 2010). Ten uvádí, že při formulaci hypotéz je nutné dodržet tři zásadní požadavky, které nazývá zlatá pravidla hypotézy:

- Hypotéza je tvrzení, které je vyjádřeno oznamovací větou.
- Hypotéza musí vyjadřovat vztah dvou proměnných. Proto musí být hypotéza formulována jako tvrzení o rozdílech, vztazích a následcích.
- Hypotézu musí být možno empiricky ověřit. Proměnné, které vstupují do hypotézy, musí být měřitelné, popř. kategorizované

Tabulka 27 Ukázka listu z výzkumného deníku

Autor		Název práce	
Typ práce		Metoda výzkumu	
Způsob sběru dat		Velikost zkoumaného vzorku	
Správnost hypotéz			
Návrh studenta			
Návrh statistika			
Úroveň pomoci statistika			
Doplňující poznámky			

Listy deníku byly následně zpracovány pomocí tabulkového procesoru MS Excel. Byl vypočten průměrný sledovaný vzorek u prací s kvantitativním výzkumem a relativní četnosti dalších sledovaných parametrů. Metodiku výpočtů uvádí Chráska (2016).

Tato dílčí studie má však spíše kvalitativní charakter. K popisu nejčastěji navrhovaných metod bylo využito obsahové analýzy pomocí zakotvené teorie (podrobně viz Hendl, 2005, str. 243 - 260). Pomocí ní byly shrnuty potíže studentů při stanovování hypotézy, představy studentů o kvantitativním výzkumu i statistikem nejčastěji navrhované metody. Tyto informace byly zapisovány do předem připravených záznamových archů a dále třízeny a sumarizovány.

3.5.3 Výsledky

Z podrobné analýzy konzultací 45 závěrečných prací vyplynulo několik otázek, na které se výzkum snaží odpovědět.

VO 7: Jaký je průměrný sledovaný vzorek u kvantitativního výzkumu v diplomových pracích studentů učitelství přírodopisu/biologie?

Studenti přicházejí na konzultace zpravidla až po sestavení dotazníku a sběru dat s otázkou, jak mají s daty nyní pracovat, aby se z nich něco dozvěděli. Nejčastěji sbírali data

z dotazníkových šetření a průměrně se dotazovali 104 respondentů. U bakalářských prací je počet respondentů průměrně 56 u diplomových 115 a u disertačních 128.

VO 8: Dokáží studenti učitelství přírodopisu/biologie správně stanovit výzkumnou hypotézu?

Studenti, přicházející na konzultace, tyto pravidla neznají (89 %). Zpravidla ani neví, co výzkumná hypotéza znamená. Pokud mají před sběrem dat stanovenou hypotézu, má spíše charakter výzkumné otázky, která na rozdíl od hypotézy nelze empiricky ověřit.

VO 9: Jaké metody chtějí studenti učitelství přírodopisu/biologie využít při psaní diplomové práce?

Student přichází za statistikem zpravidla s vlastním návrhem na zpracování dat. Studenti se prakticky dělí na dvě skupiny – ti, kteří nemají žádnou představu o tom, jak budou data zpracovávat a ti, kteří tuto představu mají, pouze potřebují pomoci s volbou nebo diskuzí výsledků. Obě skupiny však nejprve sesbírají data a následně přemýšlí, jak je vyhodnotit. Pouze deset studentů z celkového počtu čtyřiceti pěti se přišlo poradit již ve fázi přípravy sběru dat, neboť věděli, že metody zpracování a celková informační hodnota je určena již v této fázi. Jednoduše řečeno, špatně připravený sběr dat nese špatné informace. Studenti s představou o tom, jak budou data zpracovávat, navrhovali zejména ověřování pomocí parametrických metod. A to zřejmě proto, že neznají podmínky využití těchto metod nebo neznají neparametrické obdoby testů. Nesporná však zůstává skutečnost, že v pedagogice jsou neparametrické metody využívány daleko častěji než metody parametrické. Mezi nejčastěji navrhované metody patřila zejména analýza závislostí kvantitativních proměnných, avšak data neměla kvantitativní charakter.

VO 10: Jaké statistické metody jsou nejčastěji navrhovány statistikem studentům učitelství přírodopisu/biologie během konzultací?

Práce konzultujícího statistika spočívala především ve vysvětlování postupů a metod kvantitativního výzkumu. Statistik konzultující se studenty zpravidla upozornil studenty na postup tvorby kvantitativního výzkumu. Ačkoliv je postup výzkumu popsán hned v několika

publikacích (např. Gavora, 2010; Chráska, 2016; Pelikán, 2011; Švaříček & Šedřová, 2007), studenti jej často nedodržují, a tak porušují základní pravidla výzkumu. Zejména z neznalosti se pak dopouštějí některých dalších chyb. Příkladem může být vyvození závěrů z popisné statistiky, nepřehlednost grafů a tabulek nebo chyby, kterých se studenti dopustí při samotné aplikaci statistických metod.

Tvorba závěrů z popisné statistiky je velice častým nešvarem. Pokud je hypotéza na základě empirického ověřování přijata, je možné ji zobecnit a doporučit k praktickému využití (Chráska, 2016). Vyvozování závěrů z popisné statistiky, ať už z absolutních nebo relativních čísel, je z hlediska empirického výzkumu nepřipustné. Ačkoliv diplomanti sesbírají poměrně velký vzorek, na kterém ověřují své hypotézy, často neumí hypotézy správně zformulovat a následně je ověřit. Zejména z tohoto důvodu pak data pouze popíší, vytvoří jednoduché tabulky a grafy, které nevyjadřují vztahy v souboru dat.

Chráska (2016) uvádí, že účelem grafu a tabulky je zpřehlednit a zjednodušit informací vyplývajících z primárních dat, což často studenti nerespektují a vytvářejí nepřehledné a zmatečné grafy a tabulky. Důvodem je zřejmě neznalost nebo nedostatečná praxe používání softwaru. Nejčastěji studenti pracují v MS Excel, který je nejdostupnějším tabulkovým procesorem.

V samotné aplikaci statistických metod se vyskytují nedostatky zejména v souvislosti nedodržování podmínek využití statistické metody. Například využití t-testů je podmíněno normalitou dat, jež se musí testovat pomocí příslušných testů.

Statistik se studentem probere všechny náležitosti kvantitativního výzkumu, upozorní ho na specifika získaných dat a navrhne mu vhodné metody k jejich zpracování. Dále studentovi doporučí vhodný software ke zpracování dat a vhodnou studijní literaturu, která popisuje doporučené statistické metody.

Studenti, kteří přišli na konzultaci, zpravidla měli ordinální nebo kategoriální data. Doporučené metody tedy vyplývaly z tohoto charakteru dat. Nejčastěji byly studentům doporučeny metody analýza závislosti v kontingenční tabulce, analýza rozptylu a u studentů, kteří měli data pouze v souhrnné podobě (tzn., neměli matici primárních dat) byly doporučeny pouze vhodné typy grafů a tabulkového znázornění.

VO 11: Jakou statistickou pomoc studenti v rámci statistických konzultací vyžadují?

Dalším sledovaným parametrem byla úroveň pomoci, kterou studenti vyžadovali. Výsledky jsou znázorněny v tabulce 28.

Tabulka 28 Relativní počty studentů dle úrovně pomoci statistika

Úroveň pomoci	Počet studentů
Studentovi stačí jen doporučit vhodnou literaturu, ze které si doporučené statistické metody sám nastuduje, zpracuje a interpretuje.	9 % (tj. 4 ze 45)
Studentovi stačí jen doporučit vhodnou literaturu, ze které si doporučené statistické metody sám nastuduje a zpracuje. Studentovi je třeba pomoci s interpretací výsledků metod.	24 % (tj. 11 ze 45)
Student potřebuje pomoci i s vysvětlením metod a objasněním nejasností, které vyvstanou v průběhu zpracovávání dat.	47 % (tj. 21 ze 45)
Student nezvládne zpracovat data samostatně a potřebuje po celou dobu asistenci statistika.	20 % (tj. 9 ze 45)

3.5.4 Shrnutí výsledků a diskuze

Za účelem detailnějšího zkoumání statistické gramotnosti studentů učitelství přírodopisu/biologie a jejich potřeb při psaní závěrečných prací byla provedena kvalitativní studie, která se zabývala analýzou statistických konzultací nabízených studentům učitelství přírodopisu/biologie. Je však zřejmé, že každá katedra/fakulta/univerzita má jiný přístup k nabízení statistických konzultací – některé nabízí statistické konzultace, jiné ne. Odlišný přístup je patrný i u těch, které tyto konzultace nabízejí – některé nabízí konzultace se statistikem pouze akademickým pracovníkům, jiné i svým studentům. Avšak vzhledem k detailnímu záběru této dílčí studie byla vybrána pouze jedna katedra, která statistické konzultace studentům nabízí, a to KBES. Tato katedra byla vybrána zejména proto, že na ní autorka této dizertační práce sama působí. Z analýzy této jediné katedry samozřejmě nelze vyvozovat obecné závěry, avšak lze na ní ukázat problémy, se kterými se studenti učitelství přírodopisu/biologie potýkají. Osobně se domnívám, že tyto problémy již zobecnit lze,

neboť se s nimi s velkou pravděpodobností budou potýkat i studenti ostatních fakult/univerzit, a lze z nich také vyvodit jistá doporučení pro kurzy statistiky pro studenty učitelství přírodopisu/biologie. Tato dílčí studie složí zejména jako doplnění informací k analýze diplomových prací (viz kapitola 3.3).

Z této dílčí analýzy konzultací se statistikem na KBES vyplývá, že studenti přicházejí do konzultací až po sběru dat, bez předem stanovených hypotéz. Zejména proto je úlohou statistických konzultací informovat studenty o tom, co je statistická hypotéza, jak se tvoří a jakým způsobem ji lze ověřit. Studenti tedy nedodržují Gavorova (2010) pravidla, neboť je neznají. Lze s určitým nadhledem konstatovat, že studenti při sběru dat a jejich vyhodnocování postupují intuitivně. Z některých rozhovorů se studenty vyplynulo, že pokud jim vedoucí nedoporučí vhodnou literaturu, sami ji nehledají.

I samotné představy studenta o kvantitativním výzkumu jsou zajímavé. Student při studiu doporučené literatury přečte i cizí závěrečné práce, které se zabývají obdobným tématem a zvažuje v nich použité metody sběru a následně i vyhodnocení dat. Studenti často při rozhovoru uváděli, že se nechali takto inspirovat a do konzultací došli s tím, že jiný student ve své práci použil podobný dotazník a data zpracoval konkrétními metodami, které by také chtěli využít. Je zřejmé, že při výběru dotazníku jako výzkumného nástroje nevychází z odborné literatury, což následně může vést k tomu, že dotazník sestaví, jak je napadne. To následně zapříčiní nízkou validitu dotazníku (Gavora & Jůva, 1996). Vypovídající hodnota takto zjištěných dat je pak diskutabilní.

Nejčastěji využívané metody závisí na charakteru sebraných dat. Studenti tyto data nejčastěji opatřují dotazníkovým šetřením, neboť při rozhovorech uvedli, že jim tento způsob sběru přišel nejsnadnější. Toto zjištění je v souladu s Travers (1969) i Gavorou (2010), kteří shodně uvádí, že je v pedagogice dotazník používán velmi často. Faktickou realizaci dotazníkového šetření studenti ale popisují jako podstatně těžší, než si původně představovali. I to může být způsobeno skutečností, že před samotným provedením dotazníkového šetření nečetli žádnou literaturu, která seznamuje studenty s postupem dotazníkového šetření a upozorňuje je na úskalí, se kterými se mohou při realizaci setkat. I Chajdiak (2013) upozorňuje na skutečnost, že ačkoliv se zdá, že dotazníkové šetření může vytvořit kdokoliv, neboť je velmi lehce proveditelné a vyhodnotitelné, opak je pravdou.

Výzkumník totiž musí před samotným provedením zvážit formulaci každé otázky i její následné vyhodnocení (Chajdiak, 2013).

S tím souvisí i skutečnost, že v dotazníkových šetřeních využívají studenti jak uzavřené, tak i otevřené otázky, což jim při vyhodnocování činí potíže. Z uzavřených otázek zpravidla vznikají proměnné kategoriální nebo ordinální. I skutečnost, že měřitelné proměnné zpravidla nevykazují normalitu, byly statistikem k ověření hypotéz doporučeny neparametrické testy. Což se shoduje s tvrzením Gavory & Jůvy (1996), kteří popisují nezbytnost neparametrických metod v pedagogickém výzkumu. Studenti, kteří navštívili statistické konzultace, byli také odkázáni na vhodnou literaturu, která tyto metody popisuje.

Studenti se velmi lišili i v tom, jak velkou pomoc statistika vyžadovali. Nejvíce studentů potřebuje ke správnému zpracování dat nejen nastudovat doporučenou literaturu, ale i konzultaci statistika. Možným důvodem je fakt, že konzultace jsou nabízeny zdarma, což může vést studenty k tomu, že sníží své vlastní úsilí a využijí možnosti konzultace. Výhodou oproti studiu literatury je také možnost doptat se na jakékoliv nejasnosti. Skutečnost, že studenti učitelství přírodopisu/biologie nejsou vzdělávání ve statistice, nemají nabídku statistických předmětů, a tudíž mají problémy se zpracováním dat v závěrečných pracích (Hybšová & Leppink, 2015a), potvrzují i výsledky znázorněné v tabulce 21. Téměř polovina studentů potřebuje pomoci i s vysvětlením metod a objasněním nejasností, které vyvstanou v průběhu zpracovávání dat. Pouze 9 % studentů stačí doporučit vhodnou literaturu a dále jsou schopni správně interpretovat výsledky bez pomoci statistika. Je zřejmé, že většině studentů konzultace se statistikem pomohla najít nejen vhodnou literaturu a metody zpracování, ale zejména najít vhodný interpretační aparát k vyjádření výsledků výzkumu.

Z této dílčí analýzy také vyplývá, že studenti nepovažují tabulky a grafy za informační jednotku zpřehledňující sdělení týkající se primárních dat, ale jako „nutné zlo“, které vyžaduje vedoucí práce. Tuto domněnku umocňuje fakt, že studenti vytváří nepřehledné nebo těžko interpretovatelné grafy (viz obrázek 2), ze kterých lze vyčíst pouze část informace a zbytek informace musí čtenář dohledat v textu diplomové práce.

Význam statistických konzultací podporují i výsledky dotazníkového šetření (viz kapitola 3.2), které uvádí, že 42 % dotázaných studentů učitelství přírodopisu/biologie by tyto

konzultace využilo. V posledním ročníku magisterského studia by je využilo dokonce 56 % dotázaných studentů učitelství přírodopisu/biologie.

3.5.5 Závěr

Cílem této dílčí studie bylo analyzovat statistické konzultace, které nabízí studentům učitelství přírodopisu/biologie KBES, a získat tak velmi podrobný obraz o stavu statistické gramotnosti těchto studentů a o potížích, se kterými se potýkají v průběhu psaní závěrečných prací. Tyto konzultace využilo 45 studentů, z nichž někteří přišli na konzultaci vícekrát.

Z výsledku vyplývá, že studenti přichází na statistické konzultace až po sběru dat a vytvoření datového souboru s otázkou, co by měli s daty dále udělat, aby odpověděli na otázky, které si v závěrečné práci kladou. Problém mají zejména s tvorbou empiricky ověřitelných hypotéz a dále pak se samotnými statistickými postupy, které povedou k jejich verifikaci.

Tato studie se dále zabývala i mírou pomoci, kterou studenti učitelství přírodopisu/biologie vyžadují. Nejčastěji, téměř v polovině případů, student potřeboval pomoci i s vysvětlením metod a objasněním nejasností, které vyvstanou v průběhu zpracovávání dat.

Z těchto výsledků vyplývá, že studenti učitelství přírodopisu/biologie nejsou v oblasti statistiky a kvantitativního výzkumu dostatečně připraveni na samostatné zpracování datových souborů. To může být v rozporu s jejich případnou vědeckou kariérou, tak i s následným využitím statistických metod a postupů v jejich didaktické praxi. Pokud učitelé přírodopisu/biologie nebudou umět využívat základní popisné statistické metody, nebudou moci předávat tyto dovednosti ani svým žákům, což ve svém důsledku vede ke snižování přírodovědné gramotnosti (ve smyslu PISA, 2015).

4. Celkové shrnutí výsledků dílčích analýz

Z analýzy úrovně statistických znalostí, které mají žáci nabýt na základních a středních školách (viz kapitola 3.1) vyplývá, že si žáci v průběhu základní školy mají osvojit pojmy: graf, diagram, tabulka, statistický soubor, kvantitativní znak, kvalitativní znak, četnost, modus, medián, aritmetický průměr a v průběhu střední školy navíc i pojmy: náhodný jev, pravděpodobnost, statistický soubor, charakteristiky statistického souboru, percentil, kvartil, směrodatná odchylka a mezikvartilová odchylka (podrobněji viz tabulka 3).

Ačkoliv si 64 % dotazovaných studentů učitelství přírodopisu/biologie pamatuje, že na střední škole statistiku probírali, na základě výsledků analýzy stavu znalostí statistických pojmů (viz kapitola 3.2) je ale zřejmé, že studenti učitelství biologie většinu těchto pojmů neznají a neumí je v praxi použít (viz tabulky 8–16). Dále se také ukázalo, že lepší znalosti statistiky mají absolventi gymnázií než absolventi jiných středních škol. To může být dáno i časovou dotací, která je na většině gymnázií vyšší než na ostatních středních školách, ale i podílem studentů maturujících z matematiky. Výsledky dotazníkového šetření dále poukazují na skutečnost, že studenti učitelství přírodopisu/biologie téměř neznají pojmy směrodatná odchylka, dolní a horní kvartil, korelační koeficient a mezikvartilová odchylka, ty zvládlo vypočítat méně než 15 % studentů učitelství přírodopisu/biologie. Ani výpočet modu a mediánu, kde byla úspěšnost nižší než 50 %, nevypovídá o znalosti a schopnosti oba pojmy použít. Alarmující je, že prostý aritmetický průměr vypočítalo 87 %, ale vážený aritmetický průměr pouze 34 % studentů učitelství přírodopisu/biologie. V porovnání přírodovědných oborů dopadli studenti učitelství přírodopisu/biologie spolu se studenty všeobecného lékařství nejhůře ze všech porovnávaných oborů. Z výsledků také vyplývá, že se v průběhu studia na vysoké škole znalosti těchto pojmů zlepšují, avšak v posledním ročníku znají studenti učitelství přírodopisu/biologie pouze 46 % testovaných pojmů. Lze tak usoudit, že pokud v průběhu vysokoškolského studia absolvují kurzy statistiky (kvantitativních výzkumných metod), není tato příprava dostatečná.

Výsledky analýzy diplomových prací (viz kapitola 3.3) ukazují, že studenti učitelství přírodopisu/biologie nejčastěji píší diplomové práce založené na empirickém výzkumu a více než 68 % analyzovaných prací využívá kvantitativního výzkumu. Nejčastěji sbírají data pomocí dotazníků a ke zpracování dat používají MS Excel. Ukazuje se však, že se studenti

potýkají s problémy při zpracování i interpretaci dat. Jedním z možných důvodů může být skutečnost, že při zpracování své diplomové práce používá statistickou literaturu pouze 35 % studentů.

Ačkoliv existují vysokoškolské kurzy statistiky, podle výsledků analýzy nabízených statistických kurzů (kapitola 3.4) studenti učitelství přírodopisu/biologie mají možnost se ve statistice vzdělávat pouze omezeně. Nabízené statistické kurzy jsou většinou pouze volitelné. Samotné pojetí těchto kurzů je velice rozdílné v obsahu, časové dotaci, využívání softwaru a doporučené literatuře. Skutečnost, že jsou některé zaměřené matematicky a jiné spíše aplikačně, vede k rozdílné statistické gramotnosti jejich absolventů.

Z analýzy konzultací se statistikem (viz kapitola 3.5) vyplynulo, že studenti učitelství přírodopisu/biologie přichází na statistické konzultace až po sběru dat a vytvoření datového souboru s otázkou, co by měli s daty dále udělat, aby odpověděli na otázky, které si v závěrečné práci kladou. Problém mají zejména s tvorbou empiricky ověřitelných hypotéz a dále pak se samotnými statistickými postupy, které povedou k jejich verifikaci. Z těchto výsledků vyplývá, že studenti učitelství přírodopisu/biologie nejsou v oblasti statistiky a kvantitativního výzkumu dostatečně připraveni na samostatné zpracování datových souborů. To může být v rozporu s jejich případnou vědeckou kariérou, tak i s následným využitím statistických metod a postupů v jejich didaktické praxi.

5. Diskuze

Trendem posledních let je rozvoj gramotností ve vzdělávání. Mezi nejčastěji diskutované gramotnosti patří čtenářská, matematická, přírodovědná, informační a finanční gramotnost (Palečková, Tomášek & Basl; 2010). Vedle těchto zmíněných gramotností existují i řada dalších gramotností (například pohybová nebo ekologická). Tyto gramotnosti nejsou navzájem izolované, ale prolínají a překrývají se mezi sebou. Například informační gramotnost má značné přesahy s gramotností počítačovou nebo gramotností mediální. Stejný mezioborový charakter má i přírodovědná gramotnost, která zahrnuje mimo jiné i gramotnost statistickou. V RVP ZV a RVP G však není přírodovědná gramotnost nijak definována. Proto tato dizertační práce vychází z definice přírodovědné gramotnosti, kterou popisuje PISA.

V rámci této dizertační práce však bylo prokázáno, že ačkoliv v RVP ZV a RVP G není přírodovědná gramotnost explicitně definována, jsou těchto dokumentech popsány znalosti a dovednosti, které by žáci měli v průběhu školního vzdělávání nabýt. Tyto znalosti a dovednosti jsou pak totožné s těmi, které popisuje PISA jako znalosti a dovednosti přírodovědně gramotného člověka. Je tedy patrné, že ačkoliv není termín přírodovědná gramotnost v RVP ZV a RVP G používán a je implicitně v kurikulu zakotven, při jeho tvorbě byla statistická gramotnost akcentována.

Z definice přírodovědné gramotnosti (PISA, 2015) plyne, že by si žáci měli mimo jiné umět formulovat závěry (např. hypotézy, vztahy) na základě analýzy, zpracovat a vyhodnocovat získaná data pomocí induktivních metod a vyvozovat závěry z přírodovědných hypotéz, teorií či modelů. K tomu je potřeba, aby žáci chápali biologické poznatky jako výsledky vědy. I Votápková et al. (2013) se domnívá, že by žáci měli chápat biologii jako vědu, která vzniká na základě ověřených faktů. A právě o tyto skutečnosti se opírá i přírodovědná gramotnost, která obsahuje aspekty jako je znalost metod a postupů získávání a testování přírodovědných poznatků (data, hypotézy, ...) a také formulace závěrů na základě analýzy, zpracování či vyhodnocování získaných dat (PISA, 2015).

Podle zprávy České školní inspekce (Blažek & Příhodová, 2016) právě ve vyhodnocování a navrhování přírodovědných výzkumů však čeští žáci zaostávají. I to je určitým impulzem pro revizi vzdělávacích metod a postupů. Je tedy patrné, že induktivní způsob uvažování není dnešním patnáctiletým žákům blízký.

Tato skutečnost pak nejspíše vede i k absenci základních statistických znalostí i ve vyšších stupních studia, což se ukázalo v rámci výsledků této dizertační práce, neboť studenti učitelství přírodopisu/biologie neznají základní statistické pojmy a postupy. Obdobné zjištění popisuje i Kvaszová (2012), která zkoumala u vysokoškolských studentů pochopení základních statistických pojmů a zjistila, že studenti chápou statistické pojmy po svém. Výsledky této dizertační práce dále poukazují na skutečnost, že mají studenti učitelství přírodopisu/biologie problémy mimo jiné i s tvorbou empiricky ověřitelných hypotéz, což je v souladu se zjištěním šetření PISA (PISA, 2015), že čeští žáci mají osvojeno velké množství přírodovědných poznatků a teorií, problémy jim však dělá právě vytváření hypotézy, využívání různých výzkumných metod, experimentování, získávání a interpretování dat, posuzování výsledků výzkumu, formulování a dokazování závěrů. Zde je patrný přesah přírodovědné gramotnosti s gramotností statistickou.

Z výsledků této dizertační práce vyplývá, že rozvojem statistické gramotnosti lze podpořit gramotnost přírodovědnou. Tuto synergii lze demonstrovat na příkladech Hradilové (2016), která rozpracovala učivo o kandiку psím zubu do mezipředmětového projektu pro žáky 6. tříd. Využila tak spojení přírodopisu a statistiky a na praktickém příkladu učila žáky využít aritmetický průměr a relativní četnost. Ve své publikaci dále uvádí, že práce a pozorování biologického charakteru se neobejde bez matematických postupů (Hradilová, 2016, str. 29). Aby byli učitelé přírodopisu/biologie připraveni na tento mezioborový charakter výuky, měli by v rámci pregraduální výuky absolvovat kurzy, které budou propojovat poznatky ze statistiky a přírodopisu/biologie.

Schopnost vytvořit výzkum, zpracovat a vyhodnotit data a vyvodit z nich závěry nabývá v poslední době na významu zejména s rozvojem konstruktivistického přístupu, který je založen právě na tom, že jsou žáci a studenti motivováni ke kladení otázek a hledání vysvětlení pomocí postupu, který se blíží vědeckému postupu (Škoda & Doulík, 2011). I zde je tedy zřetelný průnik přírodovědné gramotnosti s gramotností statistickou. Pokud bude u

žáků a studentů rozvíjena statistická gramotnost, budou moci lépe a přesněji vyhodnocovat své výzkumy a zodpovídat své otázky, a navíc si uvědomí, jakým postupem vznikají přírodovědné poznatky.

Rozvíjením těchto schopností a dovedností pomocí konstruktivistických metod by navíc mohlo zvýšit oblibu přírodopisu/biologie jako vzdělávacího předmětu (Stuchlíková et al., 2015). Aby však mohli učitelé přírodopisu/biologie tyto výzkumné kompetence u žáků rozvíjet, sami jimi musí disponovat. Z výsledků analýzy diplomových prací však vyplývá, že některé kvantitativně orientované práce mají pouze popisný charakter, což je v souladu se zjištěním Papáčka (2010b), který navíc upozorňuje, že některé práce jsou zcela nedotčeny metodologií a vědeckým přístupem. Je patrné, že pokud si studenti učitelství přírodopisu/biologie neosvojí základy vědeckého postupu, jen obtížně budou tyto schopnosti předávat svým žákům a studentům. Význam výzkumných kompetencí u učitelů umocňuje trend konstruktivistického pojetí výuky.

Příkladem tohoto konstruktivistického pojetí je badatelsky orientovaná výuka, která využívá rozporuplných situací, které odporují žakovu dosavadnímu porozumění světu, protože právě tyto situace vzbuzují touhu "přijít věci na kloub". Což je základem bádání. Výsledkem je, že žáci kladou otázky, formulují hypotézy, plánují postup jejich ověření, provádějí pokusy, vyhledávají a třídí informace, vyhodnocují výsledky a formulují závěry, které nakonec prezentují před ostatními (Votápková et al., 2013). Obdobný efekt má i projektové vyučování s mezipředmětovým charakterem, které popisuje Hradilová (2016), nebo integrovaná výuka.

Z výsledků této dizertační práce však vyplývá, že může být poměrně obtížné naučit žáky těmito metodám, neboť studenti učitelství přírodopisu/biologie, tedy budoucí učitelé přírodopisu/biologie, mají s těmito metodami problém. A ačkoliv jsou na základní a střední škole seznámeni se základními statistickými pojmy, na vysoké škole už tyto pojmy neznají. To potvrzuje ve své práci i Kvaszová (2009). Je tedy nutné, aby v rámci své pregraduální přípravy absolvovali kurz statistiky, který bude respektovat potřeby studentů učitelství přírodopisu/biologie. Výsledky analýzy kurzů statistiky nabízených studentům učitelství přírodopisu/biologie poukazují na to, že kurzy statistiky pro tyto studenty jsou velmi různorodé. Liší se nejen obsahem, ale i časovou dotací, způsobem výuky a doporučenou

literaturou. Některé kurzy mají pouze přednášky, ačkoliv Christopher et al. (2007) upozorňuje, že by studenti měli absolvovat cvičení, která jim přiblíží problematiku i z praktického hlediska. Některé kurzy nenabízí práci se statistickým softwarem, což je v rozporu s tvrzením Kirka (2007), který prosazuje používání statistických softwarů, neboť umožňují studentům pochopit podstatu metody a nenutí je orientovat se na vzorce a výpočet. Naopak u řady kurzů jsou přednášky doplněny cvičeními, která jsou vedena na počítačích v softwarech MS Excel, SPSS nebo R. Každý z těchto softwarů vyžaduje jiné znalosti a dovednosti. Například software R vyžaduje znalosti a dovednosti z oblasti programování, což opět může odvést pozornost od podstaty kvantitativního výzkumu. Z výsledků této dizertační práce dále vyplývá, že studenti učitelství přírodopisu/biologie nejčastěji používají MS Excel. Tento software doporučuje i Kříž, Neubauer, & Sedlačík (2010), kteří tvrdí, že je tento software nejdostupnější a studenti jej mohou využívat i později po ukončení statistického kurzu.

Problémem, se kterým se potýká výuka statistiky na vysokých školách, je však zejména velká míra matematizace. Vzhledem k tomu, že studenti učitelství přírodopisu/biologie neprošli žádným vysokoškolským kurzem matematiky, je pro ně taková výuka často velmi obtížná. To je v souladu se zjištěními Skalské (2012), která uvádí, že je přílišná matematizace pro studenty jiných než statistických oborů nevhodná. Tento závěr podporují i výsledky této dizertační práce. Z nich vyplývá, že ačkoliv existuje na trhu celá řada statistických učebnic pro pedagogické a biologické obory, studenti učitelství přírodopisu/biologie preferují učebnice statistiky, které nevyžadují znalosti vysokoškolské matematiky, jsou lépe didakticky zpracované a obsahují praktické ukázky statistických metod na pedagogických a biologických datech. Na vhodnost praktických ukázek a názorných příkladů poukazuje i Chew (2007). Scheafer (Scheafer et al., 1998) se domnívá, že nejvhodnější je taková literatura, která se podrobně nezabývá matematickým pozadím statistických metod, ale spíše studentům učitelství přibližuje principy statistiky a ukazuje jim využitelnost statistických metod v jejich každodenním životě a v pedagogické a vědecké praxi.

Lze tedy říci, že ačkoliv existují vysokoškolské kurzy statistiky pro studenty učitelství přírodopisu/biologie, nepřipravují studenty dostatečně jak na psaní závěrečných prací, tak

ani na pedagogickou praxi, východiskem by pak mohla být revize těchto kurzů. Určitým návodem a materiálem k zamyšlení je Metodický pokyn k návrhu sylabu předmětu Statistika pro studenty učitelství přírodopisu/biologie (viz příloha 4), který vychází z výsledků dílčích studií této dizertační práce a ze zkušeností zejména zahraničních autorů. Po absolvování takového kurzu nejenže studenti učitelství přírodopisu/biologie budou schopni napsat práci obsahující alespoň základní kvantitativní výzkum, ale ve své pedagogické praxi pak budou umět implementovat statistické postupy a kvantitativní uvažování do výuky přírodopisu/biologie.

To povede ke zlepšení přírodovědné gramotnosti, zejména pak procedurálních znalostí, ve kterých současní čeští žáci zaostávají ve studiích PISA za průměrem zemí OECD. Je však třeba zohlednit připomínky Strakové (2016), která upozorňuje na skutečnost, že výsledky mezinárodních studií je třeba interpretovat v kontextu českého vzdělávacího systému a zohledňovat odlišnosti. Na druhou stranu jsou mezinárodní výzkumy a jejich výsledky vždy určitým impulzem k zamyšlení a přehodnocení současných vzdělávacích postupů. Vzhledem k tomu, že z výsledků této dizertační práce vyplývá nepřipravenost studentů učitelství přírodopisu/biologie v oblasti výzkumných kompetencí, je nasnadě zvážit revizi dosavadních kurzů statistiky pro tuto skupinu, neboť i ze statistických konzultací vyplynulo, že studenti mají řadu nejasností v oblasti kvantitativního výzkumu. Je tedy patrné, že výzkumné kompetence jen s komplikacemi budou předávat dalším generacím, což logicky nepovede ke zvyšování přírodovědné gramotnosti.

6. Závěr

Výzkum realizovaný v rámci projektu dizertační práce prokázal, že ačkoliv si studenti učitelství přírodopisu/biologie měli osvojit statistické pojmy na základní a střední škole, z výsledků dotazníkového šetření vyplývá, že tyto pojmy neznají. Je tedy zřejmé, že se při psaní závěrečné práce mohou potýkat s problémy týkající se zpracování kvantitativního výzkumu. Učitelé přírodopisu/biologie však potřebují uplatňovat kvantitativní postupy i ve své pedagogické praxi. Avšak je budou jen těžko využívat, pokud si sami nikdy nezpracovali výzkum včetně statistické analýzy. Je pak otázkou, do jaké míry jsou učitelé schopni uplatnit zásadu názornosti a vědeckosti při vysvětlování přírodovědných zákonitostí. V rámci pregraduální přípravy by měli studenti učitelství přírodopisu/biologie absolvovat statistické kurzy speciálně zaměřené na jejich potřeby. Z analýzy sylabů statistických kurzů však vyplynulo, že mezi jednotlivými kurzy existuje značná variabilita. Některé z těchto kurzů jsou pouze výkladem teoretického učiva statistiky bez užší návaznosti s didaktikou nebo biologií. Dalším nedostatkem nabízených kurzů je i skutečnost, že využívají velmi pokročilých znalostí matematiky, které studenti učitelství přírodopisu/biologie nemají. Nevhodnost kurzů pro studenty učitelství přírodopisu/biologie potvrzují i výsledky analýzy diplomových prací a analýzy statistických konzultací. Z nich je patrné, že si studenti učitelství přírodopisu/biologie neví rady se zpracováním kvantitativních výzkumů. V závěrečných pracích se pak dopouští závažných chyb, například při tvorbě grafů, tabulek a empiricky ověřitelných hypotéz, což vede ke snížení úrovně závěrečných prací.

Výše popsaná úroveň statistické gramotnosti studentů učitelství přírodopisu/biologie byla porovnána i s dalšími přírodovědnými obory. V tomto srovnání dopadli studenti učitelství přírodopisu/biologie nejhůře ze všech porovnávaných skupin. Je však patrné, že při současném trendu rozvoje badatelsky orientovaného vyučování a integrovaných předmětů, je nezbytné, aby učitelé přírodopisu/biologie, uměli žákům vysvětlit nejen obsah přírodopisu/biologie, ale i to, jak tyto poznatky vznikají. Rozvíjením těchto výzkumných kompetencí povede nejen k rozvoji statistické gramotnosti, ale především k rozvoji gramotnosti přírodovědné.

Shrnutím výsledků dílčích analýz byl naplněn hlavní cíl této disertační práce, jímž byl komplexní popis stavu statistické gramotnosti studentů učitelství přírodopisu/biologie.

Seznam použitých informačních zdrojů

- Altmann, A. (1975). *Metody a zásady ve výuce biologii*. Státní pedagogické nakladatelství.
- Ben-Zvi, D., & Garfield, J. B. (Eds.). (2004). *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking*, str. 3-16. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Biehler, R. (2005). Strengths and weaknesses in students' project work in exploratory data analysis. In: *Proceedings of the Fourth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, Sant Feliu de Guíxols, Spain–17-21 February*, str. 580-590.
- Blažek, R., & Příhodová, S. (2016). *Mezinárodní šetření PISA 2015: národní zpráva: přírodovědná gramotnost* [Online]. Praha: Česká školní inspekce.
- Brown E. N., Kass R. E. (2009) What is statistics? *The American Statistician* 63, str. 105 – 110.
- Callingham, R., & Watson, J. M. (2004). Measuring statistical literacy. *Journal of Applied Measurement*, 6(1), str. 19-47.
- Činčera, J. (2010). Metodika evaluace programů environmentální výchovy. *Envigogika*, 5(3).
- Dostál, J. (2013). Experiment jako součást badatelsky orientované výuky. *Trendy ve vzdělávání*, 1, str. 9-19.
- Dunn, D. S., Smith, R. A., & Beins, B. C. (Eds.). (2012). *Best practices in teaching statistics and research methods in the behavioral sciences*. Routledge.
- Dyrtová, R. (2009). *Učitel-Příprava na profesi*. Grada Publishing as.
- Fiedor, D. (2010) *Statistika na střední škole*. Bakalářská práce. Brno: Masarykova univerzita.
- Gal, I. (2000a). *Adult Numeracy Development: Theory, Research, Practice. Series on Literacy: Research, Policy, and Practice*. New Jersey: Hampton Press.
- Gal, I. (2000b). Statistical Literacy: Conceptual and Instructional issues. *Perspectives on Adults Learning Mathematics Research and Practice* D. Coben, J. O'Donoghue and G. E. Fitzsimons, str. 135-150.
- Garfield, J. (1999). Thinking about statistical reasoning, thinking, and literacy. *First Annual Roundtable on Statistical Thinking, Reasoning and Literacy (STRL-1)*.
- Gavora, P. (2010). *Úvod do pedagogického výzkumu*. Paido.
- Gavora, P., & Jůva, V. (1996). *Výzkumné metody v pedagogice: příručka pro studenty, učitele a výzkumné pracovníky*. Paido.

- Havránek T. (1993). *Statistika pro biologické a lékařské vědy*. Praha: Academia.
- Hebák, P. (2007a). Výuka statistiky 2007. In *Forum statisticum slovacum*, str. 41.
- Hebák P. (2007b). Učíme statistiku. *Informační Bulletin České statistické společnosti*, 18, str. 6 – 24.
- Hejnová, E. (2011). Integrovaná výuka přírodovědných předmětů na základních školách v českých zemích–minulost a současnost. *Scientia in educatione*, 2(2).
- Hendl, J. (2005). *Kvalitativní výzkum: základní metody a aplikace*. Praha: Portál.
- Hindls, R., Hronová S., & Seger J. (2002). *Statistika pro ekonomy*. Praha: Professional Publishing.
- Hradilová, H. (2016). *Kandík psí zub jako rostlina regionálního významu v mezipředmětovém projektu pro žáky 6. ročníku*. Diplomová práce. Praha: Univerzita Karlova.
- Hybšová, A. (2014). Statistická gramotnost a její význam v pedagogice a oborových didaktikách. In: *Aktuální problémy pedagogiky ve výzkumech studentů doktorských studijních programů*, UPOL, Olomouc, str. 24 – 32. ISBN 978-80-244-4322-5
- Hybšová, A. (2015a). How to define statistical literacy of students of teaching natural science. *Proceedings of the 3rd CER Comparative European Research Conference - International Scientific Conference for PhD Students of EU Countries*, Sciemcee Publishing, London, str. 197 – 199. ISBN 978-0-9928772-6-2
- Hybšová, A. (2015b). Statistical literacy in teaching of Natural Science. In: *Oliveira, H., Henriques, A., Canavarro, A. P., Monteiro, C., Carvalho, C., Ponte, J. P., Ferreira, R. T., & Colaço, S. (Eds.) . Proceedings of the International Conference Turning data into knowledge: New opportunities for statistics education*. Lisbon, Portugal: Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, str. 112 – 114.
- Hybšová, A. (2015c). Konzultace kvantitativních výzkumů. In: *Věda má budoucnost*. Ostrava: Univerzita Ostrava. ISBN 978-80-7464-741-3. Dostupné z: <http://konference.osu.cz/svk/sbornik2015/>
- Hybšová, A. (2015d). Statistická gramotnost v rámcových vzdělávacích programech. *Informační bulletin České statistické společnosti*. 26(4), str. 18 – 35.
- Hybšová, A. (2016a). Srovnání míry implementace statistiky do výuky vybraných přírodovědných oborů na vysokých školách. In: *Aktuální problémy pedagogiky ve výzkumech studentů doktorských studijních programů*, UPOL, Olomouc, str. 42.
- Hybšová, A. (2016b). Úroveň statistické gramotnosti studentů učitelství biologie. *Informační bulletin České statistické společnosti*. 27(3), str. 14 - 33.

Hybšová, A. & Leppink, J. (2015a). The subject of statistics in natural science curricula: a case study. *Journal on Efficiency and Responsibility in Education and Science*. 2015-3-31, vol. 8, issue 1, str.8-14. DOI: 10.7160/eriesj.2015.080102 Dostupné z: <http://www.eriesjournal.com/index.php?idScript=11>

Hybšová, A. & Leppink, J. (2015b). On the statistical literacy of prospective natural science teachers: a practical model. In: *12th International conference: Efficiency and Responsibility in Education*. Praha: ČZU, str. 191 – 196.

Chajdiak, J. (2013). *Analýza dotazníkových údajov*. Bratislava: Statist.

Chew, S. L. (2007). Designing effective examples and problems for teaching statistics. *Best practices for teaching statistics and research methods in the behavioral sciences*, str. 211-223.

Chrásková, M. (2016). *Metody pedagogického výzkumu: základy kvantitativního výzkumu* (2., aktualizované vydání). Praha: Grada.

Christopher, A. N., Walter, M. I., Horton, R. S., & Marek, P. (2007). Benefits and detriments of integrating statistics and research methods. *Best practices for teaching statistics and research methods in the behavioral sciences*, str.187-202.

Janík, T. (2007). Co rozumět termínem pedagogical content knowledge. *JANÍK, T. a kol. Pedagogical content knowledge nebo didaktická znalost obsahu*, str. 23-39.

Janík, T., Najvar, P., & Solnička, D. (2011). Od idejí k implementaci: kurikulární reforma v rozhovorech s řediteli (nepilotních) gymnázií. *Orbis scholae*, 5(3), str. 63-85.

Kaisarová, P. (2009). *Statistické testy v pedagogickém výzkumu* (Doctoral dissertation, Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta).

Kirk, R. E. (2007). Changing topics and trends in introductory statistics. *Best practices for teaching statistics and research methods in the behavioral sciences*, str. 25-44.

Kline, P. (2013). *Handbook of psychological testing*. Routledge.

Kolka, M., Večeřa, M., & Pavlíčková, I. (2009). *Píšeme seminární a diplomové práce na počítači*. Masarykova univerzita.

Kříž, O., Neubauer, J., & Sedláčik, M. (2010). Výuka statistiky podporovaná excelovskou aplikací Learning statistics endorsed by Excel. In *Forum statisticum slovacum*, str. 87.

Kubíková, K. (2016). *Výzkum úrovně osvojeného kurikula žáky ve výchově ke zdraví na konci 9. ročníku ZŠ*. Diplomová práce. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.

Kvasz, L. (1997). *Why don't they understand us?* Science and Education, Vol. 6, str. 263-272.

Kvaszová M. (2009). Proč nám nerozumějí. *Informační Bulletin České statistické společnosti* 20, str. 10 – 18.

Kvaszová, M. (2012) *Didaktika statistiky*. Disertační práce. Praha: Univerzita Karlova v Praze.

Landová, H. (2002) Informační gramotnost – náš problém. *Ikaros (on-line)*. roč. 6, č. 8 [cit. 25. 6. 2016]. Dostupné online <http://ikaros.cz>. ISSN, 1212-5075.

Landrum, R. E., & Smith, R. A. (2007). Creating syllabi for statistics and research methods courses. *Best practices for teaching statistics and research methods in the behavioral sciences*, str. 45-57.

Liptáková, E., & Čonková, M. (2011). Alternatívna výučba základov štatistiky (zameraná na rozvoj štatistickej argumentácie). *Pidviščennja Jakosti Osviti V Universitetach : Materiali Mižnarodnoj Naukovej Konferenciji, Užgorod (Ukrajina) - Košice (Slovenská Republika), 25-27 Bereznja 2011 Roku*, str. 112-125.

Mandíková, D., & Houfková, J. (2012). *Úlohy pro rozvoj přírodovědné gramotnosti*. Utváření kompetencí žáků na základě zjištění výzkumu PISA 2009.

Maršák, J. (2011) *Přírodovědná gramotnost – srovnávací analýza, 2. část*. Metodický portál: Články [online]. [cit. 2017-01-31]. Dostupné z: <<http://clanky.rvp.cz/clanek/c/Z/10973/PRIRODOVEDNA-GRAMOTNOST---SROVNAVACI-ANALYZA-2-CAST.html>>

Meloun, M., & Militký, J. (2002). *Kompendium statistického zpracování dat: metody a řešené úlohy včetně CD*. Academia.

MŠMT (2016). *EUROSTUDENT VI: Základní výsledky šetření postojů životních podmínek studentů vysokých škol v České republice*. [Výzkumná zpráva]. Praha : MŠMT ČR.

Němec, J. (2013). Standardy závěrečných prací pedagogických oborů. *Pedagogická orientace*, 23(4), str. 535-554.

Nocar, D. (2004). *E-learning v distančním vzdělávání*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého.

Palečková, J., Tomášek, V., & Basl, J. (2010). Hlavní zjištění výzkumu PISA 2009. *Umíme ještě číst*.

Papáček M. (2010a). *Badatelsky orientované přírodovědné vyučování – cesta pro vzdělávání generací Y, Z a alfa?* Scientia in Education 1(1), str. 33-49.

Papáček, M. (2010b). Limity a šance zavádění badatelsky orientovaného vyučování přírodopisu a biologie v České republice. *Didaktika biologie v České republice*, str. 145-162.

Pavlasová, L. (2013). *Podklady k psaní BP a DP*. Dostupné z: <http://kbes.pedf.cuni.cz/studenti/soubory>

Pelikán, J. (2011). *Základy empirického výzkumu pedagogických jevů*. Karolinum.

Pernicová, T. (2013). *Využití programu MS Excel ve výuce matematiky na ZŠ*. Disertační práce, Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta.

PISA (2015) *assessment and analytical framework: science, reading, mathematic and financial literacy*. Dostupné z: <http://www.oecd.org/publications/pisa-2015-assessment-and-analytical-framework-9789264255425-en.htm>

Pospíšilová, J. (2015). *Výzkum úrovně osvojeného kurikula žáky ve výchově ke zdraví na konci 9. ročníku ZŠ v Olomouci*. Diplomová práce. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci

Prokopová, L. (2003). *Nástin využití statistických metod v tlumočnickém výzkumu, jejich možnosti a omezení*. Ročníková práce. Praha: Univerzita Karlova.

Punch, K. (2008). *Základy kvantitativního šetření*. Portál.

Radvan, E. (2007). *Poznámky k vypracování odborného textu*. Brno: IMS.

Rámcový vzdělávací program pro gymnázia (2013). (RVP G) Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze, str. 100, ISBN 978-80-87000-11-3.

Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (2016). (RVP ZV) Upravené vydání se změnami účinnými od 1. 9. 2016. Praha: Národní ústav pro vzdělávání.

Rumsey, D. J. (2002). Statistical literacy as a goal for introductory statistics courses. *Journal of Statistics Education*, 10(3), str. 6-13.

Saxl, I. (2005). Statistické myšlení a jeho výuka. *Pravděpodobnost a statistika na střední škole. Sborník prací didaktického semináře pořádaného MFF UK v Praze*. Matfyzpress, Praha, str. 1-16.

Sebera, M. (2012). *Vybrané kapitoly z metodologie*. Brno: Masarykova Univerzita v Brně.

Seberová, A. (2006). *Výzkumná kompetence v učitelské profesi a ve vzdělávání učitelů*. Ostravská univerzita, Pedagogická fakulta.

Seberová, A. (2008). Cesta zvyšování kvality vyučování – stanou se učitelé výzkumníky ve svých třídách. *Orbis scholae*, 2(3), str. 143-155.

Scheaffer, K. L., Watkins, A. E. & Landwehr, J. M. (1998). 'What every high-school graduate should know about statistics'. In S. O. Lajoie (Ed.). *Reflections on statistics: learning, teaching and assessment in grades K-12*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum, str. 3-31.

Schiold M. (1999). *Statistical Literacy: Thinking Critically about Statistics*, str. 7. Dostupné z: <http://www.statlit.org/pdf/1999SchioldAPDU.pdf>

Schiold, M. (2002). *Reading and interpreting tables and graphs involving rates and percentage*. str.12. Dostupné z: <http://web.augsburg.edu/~schiold/MiloPapers/StatLitKnowledge2r.pdf>

Shulman, L. (1987). Pedagogical content knowledge in social studies. *Scandinavian Journal of Educationl Research*, 31(2), str. 59-70.

Skalská, H. (2012). Statistika pro nestatistiky. *Informační Bulletin České statistické společnosti* 23, str. 66 – 73.

Smith, R. A. (2007). Through the curriculum and beyond: Giving students professional opportunities in research. *Best practices for teaching statistics and research methods in the behavioral sciences*, str. 221-234.

Snell, L. (1999). Using chance media to promote statistical literacy. In *Joint Statistical Meetings, Dallas, TX*.

Spilková, V., & Vašutová, J. (2008). Učitelská profese v měnících se požadavcích na vzdělávání. *Praha: Pedagogická fakulta UK*.

Spilková, V., & Wildová, R. (2014). Potřebujeme kvalitní nebo kvalifikované učitele? *Pedagogická orientace*, 24(3). DOI: <http://dx.doi.org/10.5817/PedOr2014-3-423>

Straková, J. (2016). *Mezinárodní výzkumy výsledků vzdělávání: metodologie, přínosy, rizika a příležitosti*. V Praze: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta. ISBN 978-80-7290-884-4.

Stuchlíková, I. et al. (2015). *Oborové didaktiky: vývoj–stav–perspektivy*. Masarykova univerzita.

Synek, M., Sedláčková, H., & Svobodová, I. (2002). *Jak psát diplomové a jiné písemné práce*. Vysoká škola ekonomická, Fakulta podnikohospodářská.

Škoda, J., & Doulík, P. (2011). *Psychodidaktika: Metody efektivního a smysluplného učení a vyučování*. Grada.

Školský zákon (2016). *Školský zákon v konsolidovaném znění účinném od 1. 9. 2016*, 561/2004 Sb. Dostupné online: <http://www.msmt.cz/dokumenty-3/skolsky-zakon-v-konsolidovanem-zneni-ucinnem-od-1-9-2016>

Švaříček, R., & Šedřová, K. (2007). *Kvalitativní výzkum v pedagogických vědách: pravidla hry*. Portál.

Tomášek, V., Basl, J., & Janoušková, S. (2016). *Mezinárodní šetření TIMSS 2015: Národní zpráva* [Online]. Praha: Česká školní inspekce. Dostupné online: <http://www.csicr.cz/html/timss/flipviewerxpress.html>

- Travers, R. (1976). *Úvod do pedagogického výzkumu*. Praha: SPN.
- Trna, J. (2011). Konstrukční výzkum (design-based research) v přírodovědných didaktikách. *Scientia in educatione*, 2(1).
- Tufte, E. R. (1983). The visual display of quantitative data. *Cheshire, CT: Graphics*.
- Vacková, L. (2016). *Výzkum osvojeného kurikula žáky ve výchově ke zdraví na konci 9. ročníku ZŠ*. Diplomová práce. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Voakes, P. S. (2006). Math and Statistics. *Assessing Media Education: A Resource Handbook for Educators and Administrators*, str. 261.
- Votápková, D., Vašíčková, R., Svobodová H., a Semeráková B. (2013) *Průvodce pro učitele badatelsky orientovaným vyučováním*. Praha: Tereza, str. 32.
- Wallman, K. K. (1993). Enhancing statistical literacy: Enriching our society. *Journal of the American Statistical Association*, 88(421), str. 1-8.
- Watson, J. M. (1994): Instruments to assess statistical concepts in the school curriculum. In: National Organizing Committee (Ed.), *Proceedings of the Fourth International Conference on Teaching Statistics*. Vol. 1, Rabat, Marocco, str. 73–80.
- Watson, J. M., & Kelly, B. A. (2003). The vocabulary of statistical literacy. In *Educational research, risks, & dilemmas: Proceedings of the joint conferences of the New Zealand Association for Research in Education and the Australian Association for Research in Education*.
- Watson, J. M., Kelly, B. A., Callingham, R.A., a Shaughnessy, J.M. (2003): The measurement of school students' understanding of statistical variation. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*.
- Zvára K. (1989). *Statistika*. Praha: Karolinum.
- Zvára K. (2001). *Biostatistika (ON2302052)*. Praha: Karolinum.
- Zvára K. (2014). Základy biostatistiky [webové stránky]. Dostupné online: <http://web.natur.cuni.cz/~forstova/vyuka/biostat.html> Citováno 1.9.2014

Seznam příloh

Příloha 1 – Dotazník Kvaszové (2012)

Příloha 2 – Dotazník Watson & Kelly (2003)

Příloha 3 – Dotazník k této dizertační práci

Příloha 4 – Metodický pokyn k návrhu sylabu předmětu Statistika pro vysokoškolské studenty učitelství přírodopisu/biologie

Příloha 5 – Návrh sylabu

Elektronická příloha - na přiloženém CD

Seznam obrázků

Obrázek 1 Ukázka úlohy zaměřené na čtení z grafů	56
Obrázek 2 Sloupcový graf z diplomové práce A19 znázorňující četnosti pozorování papoušků. Ukázka grafu s nadbytečnou legendou, nevhodným popiskem a číselným formátem osy x.	101
Obrázek 3 Statistické zpracování výsledku pre-testu a post-testu autorky práce B10	106

Seznam tabulek

Tabulka 1 Složky přírodovědné gramotnosti	19
Tabulka 2 Klíčová slova vyhledávaná v rámcových vzdělávacích programech	37
Tabulka 3 Shrnutí osvojených pojmů a dovedností ve vzdělávací oblasti Matematika a její aplikace na základních školách a gymnáziích	41
Tabulka 4 Souhrn získaných klíčových kompetencí souvisejících se statistickou gramotností na jednotlivých úrovních vzdělávání	49
Tabulka 5 Ukázka záznamového archu - identifikační otázky a zaměření žáka	60
Tabulka 6 Struktura studentů dle studovaného ročníku vysoké školy, kteří odpověděli na dotazník	64
Tabulka 7 Relativní počet studentů učitelství přírodopisu/biologie, kteří si vybavují, že na střední škole probírali statistiku a/nebo kombinatoriku; $n = 295$	65
Tabulka 8 Srovnání odpovědí v testu a sebehodnocením vlastní znalosti – pojem Relativní četnost	72
Tabulka 9 Srovnání odpovědí v testu a sebehodnocením vlastní znalosti – pojem Aritmetický průměr	73
Tabulka 10 Srovnání odpovědí v testu a sebehodnocením vlastní znalosti – pojem Vážený aritmetický průměr	73
Tabulka 11 Srovnání odpovědí v testu a sebehodnocením vlastní znalosti – pojem Modus	74
Tabulka 12 Srovnání odpovědí v testu a sebehodnocením vlastní znalosti – pojem Medián	74
Tabulka 13 Srovnání odpovědí v testu a sebehodnocením vlastní znalosti – pojem Směrodatná odchylka	75
Tabulka 14 Srovnání odpovědí v testu a sebehodnocením vlastní znalosti – pojem Kvartil	75
Tabulka 15 Srovnání odpovědí v testu a sebehodnocením vlastní znalosti – pojem Mezikvartilová odchylka	76

Tabulka 16 Srovnání odpovědí v testu a sebehodnocením vlastní znalosti – pojem Korelační koeficient	76
Tabulka 17 Relativní podíl studentů biologie, kteří plánují ve své bakalářské/diplomové práci pomocí statistiky zpracovávat data	78
Tabulka 18 Počet analyzovaných diplomových prací za jednotlivé katedry.....	92
Tabulka 19 Ukázka záznamového archu statistického zpracování dat včetně ukázky kódování dat u první analyzované diplomové práce	94
Tabulka 20 Zastoupení jednotlivých typů diplomových prací; n = 101	95
Tabulka 21 Matice korelačních koeficientů z diplomové práce A54.....	104
Tabulka 22 Kvantifikace relativních četností jednotlivých podkategorií chyb v diplomových pracích studentů.....	107
Tabulka 23 Relativní četnost využití metodologicky orientovaných publikací v diplomových pracích	108
Tabulka 24 Předměty se statistickým obsahem určené studentům učitelství přírodopisu/biologie k 1. 1. 2016	119
Tabulka 25 Srovnání předmětů dle časové dotace, doporučené literatury a aplikace ve vztahu k oboru studia	127
Tabulka 26 Počet konzultací v jednotlivých letech	135
Tabulka 27 Ukázka listu z výzkumného deníku.....	137
Tabulka 28 Relativní počty studentů dle úrovně pomoci statistika.....	140

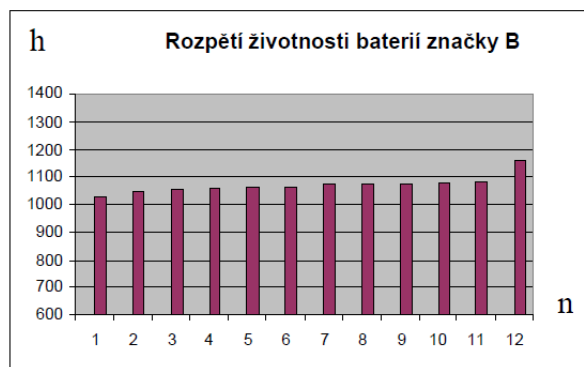
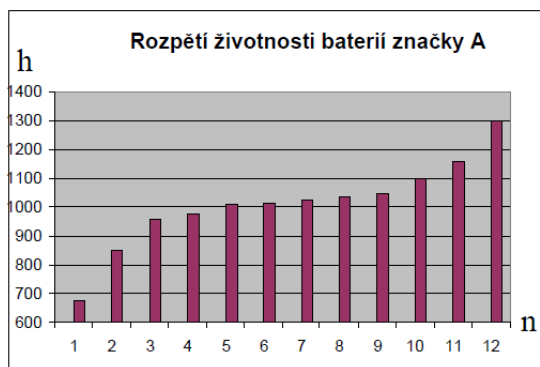
Seznam grafů

Graf 1 Výsledky na dílčích škálách přírodovědné gramotnosti ve vybraných zemích v mezinárodním šetření PISA (2015)	22
Graf 2 Struktura respondentů podle studovaného oboru	63
Graf 3 Rozdělení hodnocení vlastních znalostí jednotlivých pojmů	66
Graf 4 Rozdělení hodnocení vlastních znalostí jednotlivých pojmů	67
Graf 5 Podíl správných odpovědí u jednotlivých otázek testu u studentů učitelství přírodopisu/biologie	68
Graf 6 Podíl správných odpovědí u jednotlivých otázek testu u studentů všech oborů	69
Graf 7 Srovnání rozdělení úspěšnosti v testu podle pohlaví	70
Graf 8 Srovnání rozdělení úspěšnosti v testu podle typu střední školy	71
Graf 9 Srovnání průměrného počtu správných odpovědí v testu a průměrného počtu správných odpovědí Pojem znám a uměl/a bych jej použít	72
Graf 10 Srovnání průměrného počtu správných odpovědí a průměrného počtu odpovědí "Pojem znám a uměl/a bych jej použít"	77
Graf 11 Podíl studentů učitelství přírodopisu/biologie využívajících statistické metody dle ročníku studia	78
Graf 12 Podíl studentů učitelství přírodopisu/biologie, kteří by využili možnost konzultace se statistikem podle ročníku studia	79
Graf 13 Počet citovaných statistických publikací v diplomových pracích	109
Graf 14 Statistický obsah předmětu Biostatistika (ON2302052) v magisterském studiu PedF UK	122
Graf 15 Statistický obsah předmětu Základy biostatistiky (MS710P09) v bakalářském studiu PřF UK	124
Graf 16 Statistický obsah předmětu Výzkumné metody (MB180C41) v přírodovědném vzdělávání v magisterském studiu PřF UK	125
Graf 17 Srovnání statistického obsahu vybraných předmětů oborů učitelství přírodopisu/biologie na Univerzitě Karlově	126

Přílohy

Příloha 1 – Dotazník Kvaszové (2012)

1. Když někdo řekne, že jste „průměrný“, co tím myslí?
2. Jaké události se dějí „náhodou“?
3. Uveďte příklad něčeho, co se děje „náhodou“.
4. Co znamená slovo „vzorek“?
5. Uveďte příklad „vzorku“.
6. Co znamená slovo „pravděpodobnost“ a „pravděpodobně“?
7. Uveďte tato slova ve větách.
8. Co znamená „proměnlivost“?
9. Uveďte příklad něčeho, co se mění (průběžně, neustále).
10. Na obrázku jsou grafy životnosti 12 zkoumaných baterií dvou značek. Které značce byste při nákupu baterií dali přednost a proč? Předpokládejte, že jejich cena je stejná.



11. Co je to průměr?
12. Umíte odhadnout průměrnou životnost každé značky baterií z těchto grafů?
13. Co znamená, že průměrná velikost rodiny je 2,5?

Příloha 2 – Dotazník Watson & Kelly (2003)

- 1a) What does "sample" mean?
- 1b) Give an example of a "sample".
- 2a) What does "random" mean?
- 2b) Give an example of something that happens in a "random" way.
- 3a) What does "variation" mean?
- 3b) Use the word "variation" in a sentence.
- 3c) Give an example of something that "varies".

Příloha 3 – Dotazník k této dizertační práci

Vážení kolegové,

dovolte mi Vás požádat o vyplnění tohoto dotazníku. Nejedná se o klasifikované zjišťování znalostí studentů, ale o anonymní výzkum. Při vyplňování dodržujte prosím následující:

- pracujte samostatně,
- můžete použít kalkulačku (i v mobilním telefonu),
- na vyplnění dotazníku máte maximálně 20 minut.

Za pravdivé a řádné vyplnění dotazníku Vám děkuji.

Ing. Aneta Hybšová, PedF UK

Vysoká škola:		Název oboru:	
Ročník studia:		Pohlaví:	MUŽ ŽENA
Typ střední školy:		Maturita z matematiky:	ANO NE

1. Bavila Vás na SŠ matematika? ANO – SPÍŠE ANO – SPÍŠE NE – NE
2. Který předmět Vás na SŠ nejvíce bavil? _____
3. Probírali jste na SŠ v rámci matematiky statistiku? ANO – NE
4. Probírali jste na SŠ v rámci matematiky kombinatoriku? ANO – NE
5. Ohodnoťte svoji znalost následujících pojmů pomocí následující škály:

- 0 – pojem jsem nikdy neslyšel/a
- 1 – pojem jsem slyšela, ale nevím, co přesně znamená
- 2 – pojem znám a uměl/a bych jej použít

pravděpodobnost		Rozptyl	
Průměr		náhodná veličina	
aritmetický průměr		relativní četnost	
Modus		korelační koeficient	
Medián		Kvantil	
směrodatná odchylka		Kvartil	
mezikvartilová odchylka		testování hypotéz	

6. Použil(a) jste statistické metody v průběhu studia na VŠ? ANO – NE
a. Pokud ano, jakých? _____
7. Využil(a) byste možnost konzultace se statistikem? ANO – NE
8. Využil(a) jste v průběhu studia na VŠ nějaký statistický software? ANO – NE
a. Pokud ano, jaký? MS Excel – SAS – SPSS – Statistica – jiný _____
9. Zpracovávali jste (popř. budete zpracovávat) pomocí statistiky v rámci své bakalářské práce data? ANO – NE
10. Zpracovávali jste (popř. budete zpracovávat) pomocí statistiky v rámci své diplomové práce data? ANO – NE

V následující části jsou čtyři úlohy. U každé úlohy prosím odpovězte na několik dílčích otázek.

ÚLOHA 1: Ve skupině je 7 žáků. V tabulce jsou seřazeni od nejmladšího po nejstaršího.

Pořadí studenta	1	2	3	4	5	6	7
Věk žaka v letech	7	9	9	10	15	16	18

1. Jaká je hodnota modu?

- a) 7 b) 9 c) 10 d) 18 e) nevím

2. Jaká je hodnota mediánu?

- a) 7 b) 9 c) 10 d) 18 e) nevím

3. Jaká je hodnota průměru věku studentů?

- a) 10 b) 12 c) 13 d) 15 e) nevím

4. Jaká je hodnota relativní četnosti devítiletých žáků?

- a) $\frac{2}{7}$ b) $\frac{3}{8}$ c) $\frac{3}{7}$ d) 7 e) nevím

ÚLOHA 2: Na kurz botaniky se přihlásilo 90 studentů. Tabulka zobrazuje věkovou strukturu přihlášených studentů.

věk studenta	18	19	20	21	22	23	24	25	26
počet studentů daného věku	1	23	25	13	10	8	4	2	4

1. Jaká je hodnota váženého aritmetického průměru věku studentů?

- a) 19,8 b) 20,9 c) 21,7 d) 22,5 e) nevím

2. Jaká je hodnota dolního kvartilu věku studenta?

- a) 18 b) 19 c) 22 d) 24 e) nevím

3. Jaká je hodnota horního kvartilu věku studenta?

- a) 18 b) 19 c) 22 d) 24 e) nevím

4. Jaká je hodnota mezikvartilové odchylky?

- a) 1,25 b) 1,5 c) 2 d) 3 e) nevím

ÚLOHA 3: Pět žáků 7. ročníku absolvovalo test inteligence (IQ-test). Výsledky tohoto testu byly porovnávány s aritmetickým průměrem jejich známek na vysvědčení.

Žák	Aritmetický průměr známek	Výsledek IQ testu
1.	1,00	108
2.	1,18	134
3.	1,27	140
4.	1,36	115
5.	2,00	98

1. Vypočítejte hodnotu směrodatné odchylky inteligenčního kvocientu. Vzorec pro

výpočet směrodatné odchylky je:
$$s_x = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$
.

- a) 15,8 b) 16 c) 25,2 d) 25,8 e) nevím

2. Vypočítejte hodnotu korelačního koeficientu mezi průměrnou známkou a inteligenčním kvocientem. Vzorec pro výpočet korelačního koeficientu je:

$$r_{xy} = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{s_x * s_y}$$

- a) 0,62 b) - 0,52 c) - 0,62 d) - 0,72 e) nevím

ÚLOHA 4: Na základní škole studuje 200 žáků cizí jazyky. Každý žák studuje právě jeden cizí jazyk. Poměr výuky cizích jazyků v procentech je znázorněn na následujícím kruhovém diagramu:



1. Kolik žáků studuje angličtinu?

- a) 103 b) 105 c) 108 d) 110 e) nevím

2. Kolik žáků studuje španělštinu nebo ruštinu?

- a) 30 b) 18 c) 42 d) 48 e) nevím

Příloha 4 – Metodický pokyn k návrhu sylabu předmětu Statistika pro vysokoškolské studenty učitelství přírodopisu/biologie

Studenti učitelství přírodopisu/biologie by měli být připravováni nejen na psaní závěrečných prací, ale i na povolání pedagoga či vědeckého pracovníka. Smith (2007) upozorňuje na skutečnost, že studenti, kteří umí statistiku a mají výzkumné dovednosti, lépe hledají uplatnění v praxi a mají více možností pro kariérní růst. Absolventi učitelství přírodopisu/biologie mohou jít vyučovat na základní nebo střední školu, ale mohou se dále věnovat výzkumu v oblasti didaktiky biologie v rámci postgraduálního studia. Z výsledků dílčích studií ale vyplývá, že ačkoliv jsou studenti ve statistice vzděláváni na základních středních i vysokých školách, jejich statistická gramotnost je velice nízká.

Nasnadě je hned několik řešení tohoto problému. Prvním řešením je vytvoření e-learningových kurzů (ve smyslu Nocar, 2004) přímo zaměřených na výuku přírodních věd s využitím statistiky pro žáky základních a středních škol. Ty by pak sloužily jako didaktický materiál pro žáky a studenty, ale také jako ukázka mezioborových přesahů studentům učitelství biologie. Ačkoliv je na pedagogických fakultách značný inovativní potenciál (Spilková & Wildová, 2014), implementace takovýchto změn zabere ještě mnoho času.

Druhým řešením je zavádění kurzů statistiky přímo určené pro budoucí učitele přírodních věd. Takový kurz pak musí vycházet z podrobné analýzy stavu statistické gramotnosti studentů nastupujících na vysokou školu a také ze znalosti pojmů a metod, které jsou pro rozvoj statistické gramotnosti u učitelů biologie nezbytné.

V této kapitole budou shrnuta doporučení k tvorbě sylabu úvodního statistického kurzu a následně bude navržen kurz Statistika pro učitele biologie. Návrh sylabu je v příloze 5.

Doporučení k tvorbě sylabu statistického kurzu určeného pro studenty učitelství biologie

Při přípravě nového kurzu by si měl každý vyučující položit otázky uvedené v tabulce 28 (Landrum & Smith, 2007) a nalézt na ně odpovědi. Pouze tímto postupem může vytvořit kurz, který bude efektivní k nabytí požadovaných znalostí a dovedností (Dunn, Smith & Beins; 2012).

Tabulka 28 Informace, které vyžadují studenti na začátku kurzu

Téma	Problémy ke zvážení
Vyučující	Jaké je Vaše jméno? Jak by Vás studenti měli oslovovat? Kde je Vaše kancelář a jaké jsou Vaše konzultační hodiny? Jakým způsobem Vás studenti mohou kontaktovat?
Popis a cíle kurzu	Jaké jsou hlavní cíle kurzu? Jaký je hlavní přínos kurzu pro obecné výsledky vzdělávání? Co by studenti po ukončení kurzu měli znát? Co by studenti po ukončení kurzu měli umět? Jak kurz studenty ovlivní/změní?
Témata kurzu	Jaká témata kurz pokrývá? Proč jsou tato témata důležitá? Je pořadí témat důležité? Jsou nějaké prerekvizity?
Vyučovací a učební metody	Jaké jsou v kurzu používané vyučovací metody? Jsou na studenty kladeny nějaké speciální požadavky? Jaké jsou důvody k využití speciálních vyučovacích a učebních metod?
Doporučená literatura	Jaká bude doporučená literatura? Proč byla tato literatura vybrána? Jde o primární nebo sekundární zdroje?
Aktivity a úkoly	Jaké typy úkolů a aktivit je třeba vytvořit? Jaký je cíl těchto úkolů a aktivit? Jak míry se promítne plnění těchto úkolů a aktivit do celkového hodnocení kurzu?
Hodnocení	Jak bude měřen pokrok studentů? Jaké váhy v hodnocení budou mít jednotlivé aktivity? Kdy bude hodnocení uzavřeno?
Pravidla	Jaká jsou pravidla týkající se docházky? Existuje možnost opravných termínů testů? Mohu pozvat hosta (odborníka) do hodiny? Jaká jsou pravidla ohledně používání mobilních telefonů a jiných elektronických zařízení? Mohou studenti používat notebook v průběhu zkoušky?
Zdroje podpory	Bude před zkouškou možnost speciálních konzultací? Jsou prezentace učitele dostupné i studentům? Mají studenti možnost tvořit studijní skupiny?
Termíny	Kdy jsou termíny testů? Existují výjimky/ možnost omluvy z řádného termínu testu?

	V jakých případech? Kdy jsou termíny úkolů? Jaký je termín závěrečné zkoušky? Jaký je rozvrh probíraných témat?
Politika akademické integrity	Co je plagiátorství a jaké postihy jsou za něj udělovány?
Specifické problémy	Jaké další požadavky budou na studenty kladeny? Mohou studenti se speciálními potřebami kontaktovat vyučujícího? Jaký je nejlepší způsob kontaktu v případě jakékoliv nenadálé události v průběhu semestru?

Zdroj: Landrum & Smith (2007)

V této kapitole budou shrnuta doporučení pro tvorbu sylabu kurzu Statistika pro učitele přírodovědy/biologie, která vyplývají z dílčích studií. Tato doporučení se budou týkat zejména těchto aspektů: Popis a cíle kurzu, Témata kurzu, Vyučovací metody a Doporučenou literaturu. Ostatní aspekty popsané Landrumem & Smithem (2007) je možné modifikovat dle zvyků příslušné katedry a není nutné dávat doporučení nebo nějak jinak závazně určovat jejich řešení.

Popis, cíle a témata kurzu

Z analýzy sylabů vyplývá, že ačkoliv existují statistické kurzy určené studentům učitelství biologie, jejich složení a zaměření je velice rozdílné. Prvním doporučením tedy může být určité sjednocení, které by mělo vyplývat z odpovědí na otázky Landruma & Smithe (2007):

Hlavním cílem kurzu Statistika pro učitele biologie je rozvinout statistickou gramotnost studentů učitelství biologie, a to hned ve všech třech výše popsaných oblastech – občanskou, didaktickou i vědeckou znalost (Hybšová, 2015a). Právě pokrytí těchto tří větví statistické gramotnosti by mělo přinést přiměřený rozvoj studentů učitelství přírodopisu/biologie.

Z dotazníkového šetření vyplývá, že studenti učitelství přírodopisu/biologie neznají základní statistické pojmy, které si měli osvojit již na základní a střední škole. Je tedy nezbytné, aby předmět Statistika pro učitele biologie obsahoval vysvětlení základních statistických pojmů a principů. Mimo to je studenty třeba připravovat na psaní diplomových prací. Z jejich analýzy vyplynulo, že úroveň statistického zpracování dat je poměrně nízká. Tyto závěry potvrdily i výsledky analýzy statistických konzultací, ze kterých je patrné, že studenti učitelství přírodopisu/biologie potřebují ve svých výzkumech jak parametrické, tak i

neparametrické statistické metody. Je tedy zřejmé, že předmět musí pokrývat základní statistické metody – parametrické i neparametrické. K tomuto závěru dospěla i Kaiserová (2009). Z výsledků analýzy diplomových prací dále vyplývá, že je nezbytné, aby kurz seznamoval posluchače nejen s elementárními statistickými pojmy, ale i s možnostmi prezentace statistických dat. V neposlední řadě musí kurz studenty naučit řádně interpretovat výsledky biologických a pedagogických výzkumů.

Po úspěšném absolvování by měli být studenti schopni zajistit vhodnou statistickou metodu, popsat a analyzovat biologická i didaktická data a interpretovat výsledky získané použitým statistickým postupem včetně interpretace počítačových výstupů. Studenti by měli být schopni chápat a interpretovat statistické údaje, které se běžně vyskytují v médiích. Dále by měli být schopni číst odborné publikace a chápat statistické metody v nich použité. Také by měli být schopni použít základní statistické metody ve svých závěrečných pracích. V neposlední řadě by jako učitelé přírodovědy/biologie měli být schopni použít statistiku ve výuce přírodovědy/biologie jako přirozenou součást dokazování přírodních zákonů tak, jak je to běžné v exaktních vědách. Návrh témat včetně jejich pořadí a časové dotace je uveden v Příloze 5.

Vyučovací a učební metody

Vzhledem k výsledkům z analýzy konzultací statistických problémů, které poukazují na nízkou připravenost studentů učitelství přírodopisu/biologie na statistické zpracovávání dat, je nezbytné, aby vyučující flexibilně reagoval na potřeby studentů učitelství biologie. Pokud bude vyučující striktně zaměřen na předmět výuky, tedy na statistiku, nikoliv na potřeby studentů, výuka nebude efektivní. Hlavní důraz při výuce musí být kladen na reflexi potřeb studentů učitelství přírodopisu/biologie s maximálním ohledem na srozumitelnost a didaktičnost podání statistiky. Hlavní důvodem je skutečnost, že studenti učitelství přírodopisu/biologie nemají v rámci pregraduální přípravy povinný vysokoškolský kurz matematiky. Vzhledem na odlišné zaměření hlavní specializace lze doporučit zejména praktické ukázky probírané teorie, a to na datech, která pochází z pedagogické nebo biologické praxe. Například Christopher et al. (2007) doporučuje ve výuce použít metodu miniprojektů, kdy si každý student (popř. skupina studentů) navrhne a následně vytvoří vlastní výzkumný projekt, který konzultují s vyučujícím a následně řešení projektu

prezentují spolužákům. U výzkumných projektů je však třeba dbát na správné použití a interpretaci statistických metod, neboť jak se ukázalo v analýze diplomových prací, které jsou obdobou takového projektu, studenti učitelství přírodopisu/biologie mají s tvorbou statistik a jejich interpretací a prezentací potíže. Při zpracování dat k projektům studenti mohou být vedeni k využívání statistického softwaru.

Kirk (2007) upozorňuje, že vzhledem k tomu, že se úvodní statistické kurzy neustále rozrůstají o nová a nová témata a tento trend bude zřejmě (s rozvojem IT technologií) pokračovat, je vhodné, aby byly ve výuce využívány softwary na zpracování dat. Právě využití statistického softwaru vede k tomu, že se ve výuce studenti mohou více zaměřit na pochopení statistické metody než na vzorec, pomocí něž se tato metoda počítá. I výsledky analýzy předmětů poukazují na to, že jsou semináře vedeny v SPSS nebo v R. Tyto programy jsou však pro studenty učitelství často velice obtížné a při zpracovávání dat k závěrečným pracím studenti učitelství přírodopisu/biologie dávají přednost programu MS Excel, což vyplývá z výsledků dotazníkového šetření. Statistické softwary jako SPSS nebo R obsahují i vícerozměrné metody a neparametrické metody, které, jak vyplývá z výsledků analýzy diplomových prací, studenti učitelství biologie využívají. K využívání programu MS Excel se přiklání i studie Kříže, Neubauera a Sedlačíka (Kříž, Neubauer, & Sedlačík; 2010), který tvrdí, že při využití programu MS Excelu odpadají veškeré numerické výpočty a myšlenková kapacita studentů je využívána k postupnému chápání statistické filozofie. Na takto podporovanou výuku může student navázat při své domácí přípravě, neboť má produkt volně k dispozici. S tím souvisí i skutečnost, že studentovi zůstane aplikace i k dalšímu použití v průběhu studia i později v praxi. Veškeré poznatky získané ve výuce pak může použít v profesním životě (Kříž, Neubauer, & Sedlačík; 2010).

Navrhovaný kurz Statistika pro učitele by měl studentům ukázat možnosti zpracování dat v MS Excel a dále doplnit tyto možnosti komplexnějším statistickým programem, SPSS, které je hojně využíváno i v zahraničí (Dunn, Smith & Beins; 2012).

Na význam využití názorných příkladů upozorňuje i Chew (2007). U učitelů biologie by tyto příklady měly vycházet buď z pedagogické praxe, nebo z oborové biologie. Názorná ilustrace statistických metod může studentům pomoci pochopit statistické principy daleko jednodušeji.

Dalším doporučením, které vyplývá zejména z analýzy konzultací je, že by měl reagovat i na individuální potřeby studentů a navrhnout jim možnost konzultací k řešení jejich aktuálních vědeckých problémů v rámci zpracování bakalářských a diplomových témat.

Aby došlo k hlubokému pochopení podstaty statistických pojmů, je nezbytná minimálně časová dotace 0 + 2. Navrhovaná cvičení by měla být zaměřena na praktické ukázky návrhu výzkumu, sběru, zpracování a interpretaci dat a prezentaci výsledků za pomoci využití výše zmiňované softwarové podpory – MS Excel. To umožní hlubší pochopení podstaty statistiky a rozvine u studentů dovednost samostatně se potýkat s kvantitativním výzkumem.

Doporučená literatura

Z analýzy sylabů vyplývá, že mezi doporučované publikace se řadí poměrně matematicky náročné učebnice Zváry (1989, 2001, 2013) a Havránka (1993), k jejichž prostudování je nezbytná znalost vysokoškolské matematiky. Častěji jsou však ke kurzům doporučovány učebnice Chráska (2016), Gavory (2010) a Švaříčka a Šed'ové (2007), u kterých tato znalost není nezbytná.

Dalším doporučením je tedy studenty odkázat na statistické publikace, které nevyžadují znalost vysokoškolské matematiky. Mezi tyto publikace patří Chráska (2016) a Gavora (2010). Tato literatura je vhodná pro studenty učitelství biologie, neboť tyto knihy jsou výborně didakticky zpracované a obsahují praktické ukázky statistických metod na pedagogických datech.

Avšak jak upozorňuje Landrum & Smith (2007), je nezbytné se pravidelně ujist'ovat, že doporučená literatura podporuje cíle kurzu a že je to nejlepší studijní materiál pro studenty a vyučovací pomůcka pro učitele, která je aktuálně na trhu.

Příloha 5 – Návrh sylabu

Název předmětu: Statistika pro učitele biologie

Časová dotace: 0 + 2

Stručná anotace:

Předmět Statistika pro učitele biologie obsahuje základní teoretické penzum učiva včetně vysvětlení nejdůležitějších statistických metod a postupů na modelových příkladech s využitím biologických dat. Cílem předmětu je seznámit posluchače s elementárními statistickými pojmy, možnostmi analýzy a prezentace statistických dat, některými prvky induktivního způsobu uvažování a s nejpoužívanějšími statistickými postupy a metodami, podmínkami použitelnosti, přednostmi i nedostatky jednotlivých metod a naučí je správně interpretovat výsledky biologických a pedagogických výzkumů.

Rozpis témat:

Seminář	Témata	Pojmy	Časová dotace
1.	Úvod do statistiky. Význam statistiky v biologii a v učitelství. Statistický znak, náhodná veličina. Základní a výběrový soubor ve statistice. Metody sběru dat.	Statistický znak, statistická jednotka, náhodná veličina, proměnná, základní soubor, výběrový soubor. Pozorování, dotazník.	4
2.	Analýza jednorozměrných statistických dat, četnosti, míry polohy.	Průměr, modus, medián, absolutní četnost, relativní četnost.	2
3.	Míry variability. Metody zobrazení jednorozměrných dat – grafy a tabulky.	Směrodatná odchylka, rozptyl, sloupcový graf, bodový graf, krabíčkový graf, jednorozměrná a dvourozměrná tabulka četností.	4
4.	Vícerozměrná data – zápis primárních dat, jejich popis a zobrazení.	Tabulka primárních dat.	2
5.	Úvod do testování hypotéz (ukázka vybraných	Testové kritérium, kritická hodnota,	4

	parametrických a neparametrických testů).	parametr. T-testy, F-test, Mann-Whitneyův pořadový test, Wilcoxonův test, znaménkový test.	
8.	Měření závislosti mezi kvalitativními proměnnými.	Kontingenční tabulka, míry závislosti v kontingenční tabulce.	2
9.	Měření závislosti mezi kvantitativními proměnnými.	Pearsonův koeficient, Spearmanův koeficient pořadové korelace.	2
10.	Úvod do vícerozměrných metod.	Analýza rozptylu, Analýza kovariance, Analýza hlavních komponent, Faktorová analýza, Shluková analýza, Diskriminační analýza.	4

Očekávané výstupy:

- Studenti budou schopni naplánovat kvantitativní výzkum
- Studenti budou schopni zvolit vhodnou metodu sběru dat, získat data a analyzovat je pomocí softwarů MS Excel a SPSS
- Studenti budou schopni vybrat a použít adekvátní metody analýzy dat (neparametrické metody, ANOVA, korelace atd.)
- Studenti budou schopni prezentovat výsledky kvantitativních výzkumů, diskutovat je a vyvozovat z nich závěry

Vyučovací metody:

- Praktická cvičení s využitím počítačů doplněná týmovou prací na projektech
- Prezentace výstupů projektů s následnou diskuzí a vyvozením závěrů

Doporučená literatura:

Chráška, M. (2016). *Metody pedagogického výzkumu: základy kvantitativního výzkumu* (2., aktualizované vydání). Praha: Grada..

Gavora, P. (2010). *Úvod do pedagogického výzkumu*. Paido.